

de manière à ce que le fer ne supportât qu'une traction de 8 tonneaux au pouce carré anglais, lors du *maximum* de charge du pont; 2°. et qu'avant d'être placées, les différentes parties de chaînes devaient être essayées à la machine sous une traction de 16 tonneaux au pouce carré, et ne pas s'allonger sensiblement sous cette traction....., etc.

SUITE DE LA NOTICE

SUR le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais d'étain et de cuivre du Cornouailles ;

Par MM. DUFRENOY et ÉLIE DE BEAUMONT,
Ingénieurs des Mines.

TROISIÈME PARTIE.

Préparation mécanique et fonte des minerais d'étain.

§ 44. En décrivant le gisement de l'oxide d'étain, nous avons indiqué que ce minéral se trouvait en couche, en amas, en stockwerks, en filons, et disséminé dans des dépôts d'alluvion.

L'oxide d'étain retiré des quatre premiers gisemens s'appelle *mine-tin* (étain de mine), et celui qui provient du dernier est connu sous le nom de *stream-tin*, étain de *stream-works* (étain de lavage).

Le premier est accompagné d'une grande quantité de métaux étrangers, tandis que le second n'est presque associé qu'avec des substances pierreuses.

Cette grande différence dans la composition de ces deux minerais, en amenant une dans la manière de les préparer, nous diviserons ce que nous avons à dire sur ce sujet en deux paragraphes ; savoir,

Préparation mécanique de l'oxide d'étain retiré des mines (*mine-tin*);

Préparation mécanique de l'étain de lavage ou d'alluvion (*stream-tin*).

Préparation mécanique de l'oxide d'étain retiré des mines.

§ 45. — La préparation mécanique (*dressing*) du minerai d'étain est en général assez semblable à celle des autres minerais ; cependant on y remarque quelques différences dans les procédés, lesquelles ont été combinées d'après plusieurs caractères particuliers à ce minerai qu'il n'est pas inutile de retracer ici (1).

« 1°. L'oxide d'étain se trouvant, pour la plus grande partie, extrêmement disséminé dans la gangue, il faut que le tout soit bocardé et réduit en poussière très-fine pour permettre aux parties métalliques de se séparer parfaitement.

» 2°. Le poids du minerai d'étain étant plus grand que celui de la plupart des autres minerais métalliques, il est moins susceptible de se perdre par le lavage, et par conséquent il peut être préparé de manière à être presque complètement débarrassé de toutes les matières qui n'y restent pas adhérentes.

» 3°. L'oxide d'étain n'étant pas altéré par une chaleur modérée, on peut le soumettre à une calcination, par laquelle la gravité spécifique des sulfures et des arséniures est diminuée et leur séparation rendue plus facile. »

Par suite de ces propriétés, on voit que le minerai d'étain doit d'abord être bocardé très-fin ;

(1) Nous avons extrait ce passage d'un excellent mémoire de M. John Taylor sur la fonte des minerais d'étain dans le Cornouailles, inséré dans le 5^e. vol. des *Transactions de la Société géologique de Londres*, p. 358, et dont une partie a été traduite dans les *Annales des Mines* de 1822.

qu'il peut être soumis sans inconvénient à des lavages réitérés, et qu'on facilite encore sa séparation des autres minerais par le grillage. Cependant le bocardage n'est pas la première opération que l'on fait subir aux fragmens qui sortent du filon, car parmi ces produits de l'extraction il y en a qui ne contiennent point d'oxide d'étain, et d'autres qui sont un mélange d'étain et de pyrite de cuivre. Il est donc indispensable de séparer ces différentes qualités.

Ce triage est toujours précédé d'un débouillage, qui, en enlevant les matières terreuses et ocreuses qui recouvrent ordinairement les pierres extraites de la mine, donne la facilité d'en mieux distinguer la richesse.

§ 46. — Le *débouillage* s'exécute le plus ordinairement à l'entrée de la galerie d'écoulement en agitant le minerai dans le courant d'eau qui en sort. Quelquefois on se sert pour cette opération d'une grille sur laquelle on place le minerai à nettoyer.

Débouillage.

Un courant d'eau très-fort, en tombant sur le minerai, entraîne les parties terreuses qui recouvraient sa surface.

§ 47. — Le minerai ainsi nettoyé est *trié*, sur la grille, en quatre tas, savoir :

Triage.

A. Pierres riches en étain ;

A'. Pierres contenant à-la-fois du minerai d'étain et du minerai de cuivre ;

A". Minerai de cuivre ;

A'''. Fragmens stériles. Ils sont composés en grande partie de gangue pierreuse, de pyrite de fer et de pyrites arsenicales ; on les rejette au tas de déblais inutiles.

Nota. Il y a plusieurs mines où le minerai

d'étain n'est nullement mélangé de minerai de cuivre : le triage ne fournit alors que deux sortes de produits, A et A'''.

Les morceaux A', contenant du minerai de cuivre et du minerai d'étain, sont cassés avec une masse, et les fragmens qui en proviennent sont soumis à un nouveau triage qui donne des produits analogues à ceux que nous avons indiqués dans le premier triage, sous les lettres A, A'' et A''', et avec lesquels on les réunit.

Malgré le soin que l'on apporte à exécuter ce triage, les deux métaux sont quelquefois tellement mélangés, que l'on ne peut les séparer que par des opérations postérieures de la préparation mécanique; encore arrive-t-il souvent que le schlich d'étain, quelque bien lavé qu'il puisse être, contient encore quelques particules de pyrite de cuivre.

Le minerai de cuivre A'' subit différentes opérations, que nous développerons ailleurs en traitant de la préparation mécanique du cuivre.

Bocardage.

§ 48. — Les fragmens stannifères A sont bocardés en sable plus ou moins fin, suivant la dissémination de l'oxide d'étain dans la gangue.

La détermination du degré de finesse du sable (*size*) est un objet d'une grande importance; elle est réglée par une plaque de cuivre percée de petits trous, à travers lesquels passe tout ce qui sort du bocard, emporté par le courant rapide qu'on y dirige pour cet objet.

Cette plaque percée forme, comme on va le dire, la partie antérieure de l'auge du bocard.

Il y a peu d'années, tous les bocards étaient mus par des roues hydrauliques, ce qui limitait la quantité de minerai qu'on pouvait extraire

d'une mine, d'après la force motrice de l'eau dont on pouvait disposer; mais depuis que la force de la vapeur est appliquée aux bocards, la quantité d'étain produite chaque année augmente dans une très-grande proportion. Des machines puissantes sont maintenant employées à cette opération sur plusieurs mines du Cornouailles, particulièrement à celles appelées *Whealvor*, *Great huas*, *Dolcoath*, *Poldice* et *Poldgooth*. On retire actuellement de ces mines des quantités d'étain bien supérieures à celles qu'elles fournissaient autrefois. Sur la mine de *Huelvor*, il y a trois machines à vapeur destinées à faire mouvoir des bocards. Leur force est de 25 chevaux au moins (1).

Les bocards, lorsqu'ils sont mis en mouvement par une roue hydraulique, sont composés seulement d'une ou de deux batteries; mais ils en ont jusqu'à seize quand c'est une machine à vapeur qui leur sert de moteur.

Mines où ces machines sont en activité.

(1) Pour faire mieux connaître ces machines, nous allons indiquer quelques détails qui nous paraissent intéressans. Nous les extrayons d'un rapport publié, tous les mois, sur le produit et la dépense des différentes machines à vapeur en activité dans le Cornouailles.

L'une de ces machines, appelée *south stamps*, fait mouvoir 48 pilons; une seconde, appelée *old stamps*, en fait mouvoir 36; enfin une dernière en soulève 24.

Le poids des pilons varie de 186 à 195 kilog. (370 à 387 livres anglaises); ils sont généralement soulevés à 0^m,266 (10 pouces et demi anglais).

La machine dite *south stamps*, la plus forte des trois, donne 17,6 coups par minute, chaque pilon est soulevé deux fois par coup de piston.

D'après ces données, on peut calculer l'effet réel pro-

Chaque batterie est composée de trois pilons. Le pilon est une tige en bois, armée à son extrémité d'une tête rectangulaire en fonte; il porte vers son milieu un mentonnet en bois. A chaque pilon répondent trois cames en fer implantées dans l'arbre qui reçoit l'action du moteur; les têtes des pilons sont un peu plus larges que les tiges. Elles laissent très-peu d'intervalle entre elles et remplissent presque exactement l'auge; leur plus grande dimension est dans le sens de la largeur de celle-ci. La partie intérieure de l'auge est formée par une plaque de cuivre percée d'un grand nombre de trous. Leur grandeur répondant à la grosseur du sable qu'on veut obtenir, on change cette plaque lorsqu'on veut en faire varier la grosseur. Sur le derrière du bocard, il existe un plan incliné d'environ 30 degrés, sur lequel on met le minerai à bocarder. A mesure que l'auge se vide, le minerai descend successivement par l'action de la pesanteur. Pour aider cette descente, on dirige dessus ce plan un courant d'eau qui sert également à faire passer à travers les trous de la plaque le sable que ce minerai produit en se brisant par l'action des pilons.

duit par cette machine, ce qui donne approximativement pour sa puissance une force de 25 chevaux.

La consommation de cette machine a été de 1062 bushels de houille pendant un mois: d'où l'on conclut qu'elle élève 2,843,634 kil. à un mètre par bushel de charbon qu'elle consume.

En comparant cette consommation avec celle des machines destinées à l'épuisement, on voit que les frottemens qu'éprouvent ces dernières sont moins considérables; car, pour un bushel de houille, elles élèvent moyennement 6,498,172 kilog. à un mètre de hauteur.

Les eaux qui sortent du bocard passent d'abord dans des compartimens en bois, où elles abandonnent les sables les plus riches et les plus gros; de là elles se rendent dans les labyrinthes, où elles déposent les parties les plus fines ou *schlamms*: il s'ensuit que l'opération du bocardage donne les trois produits suivans:

B. Sable riche du bocard;

B'. Sable pauvre du bocard;

B''. Schlamms qui se déposent dans les bassins.

§ 49. Le sable B est lavé (*buddled*) dans une caisse allemande d'environ 5 mètres de long sur 1 mètre de large, très-peu inclinée. Il existe au haut de la table un compartiment ou caisse dans laquelle l'eau s'amasse et d'où elle sort en coulant en nappe sur la planche inclinée, qui forme le fond de la table.

Lavage du
sable du
bocard.

Un enfant jette continuellement du minerai au haut de la table, tandis qu'un autre le remue et le ramène toujours à l'action du courant. Les différentes substances qui composent le sable sont entraînées par l'eau et se déposent à des distances différentes, proportionnelles à leur pesanteur spécifique. Le minerai d'étain, le plus lourd de tous (sa pesanteur spécifique est de 63 à 70, celle de l'eau étant 10), reste à la partie supérieure. Les sulfures de fer, de cuivre et les pyrites arsenicales, dont la pesanteur spécifique moyenne est de 45, occupent la partie milieu de la table; enfin, au bas de la table s'accumulent les matières pierreuses, ainsi que les métaux plus légers, comme les oxides de fer, par exemple, dont la pesanteur spécifique n'excède pas 36. L'eau qui sort de dessus la table entraîne

en outre avec elle une grande quantité de sable, composée presque entièrement de la gangue du minerai.

Ces séparations ne sont pas aussi nettes qu'il serait à désirer. Plusieurs circonstances tendent à les rendre imparfaites : par exemple, la différence de grosseur du sable est cause que des grains assez gros de pyrites restent à la tête de la table, tandis que des particules très-fines d'oxide d'étain sont entraînées par l'action du courant. Pour recueillir celles-ci, on a pratiqué des fosses (*slime-pits*), dans lesquelles les eaux se réunissent et les déposent avant de se perdre.

On obtient de ce lavage les quatre produits suivans :

C. Sable du haut de la table, très-riche en étain ;
C'. Sable du milieu, contenant un peu d'oxide d'étain, des pyrites de fer, de cuivre et des pyrites arsenicales.

C''. Sable du bas de la table, lavé seulement comme minerai de cuivre ;

C'''. Schlamms ou boues un peu stannifères, recueillis dans les bassins.

Lavage du
sable enri-
chi.

Le sable C est lavé une seconde fois sur la caisse allemande par une méthode analogue ; il donne encore quatre produits.

Le premier, D, est un schlich qui ne peut pas être lavé de nouveau sans perte d'oxide d'étain, lorsque le sable du bocard est riche. Il contient cependant encore quelques parties cuivreuses qu'on sépare à l'aide de la calcination, comme nous l'indiquerons plus tard ; mais lorsque le minerai est pauvre, le sable obtenu dans ce second lavage doit être lavé une troisième fois pour concentrer l'étain.

Les trois autres produits sont analogues à C', C'' et C''', et sont traités comme eux.

Le sable C' est lavé, à deux reprises, sur une caisse allemande ; il donne :

D' du minerai d'étain très-mélangé de wolfram, et contenant une grande proportion de sulfures et d'arséniures.

Le second produit est analogue à C''.

Le sable C'', très-riche en sulfure de cuivre, est porté sur des tables dormantes couvertes de toiles, où des laveurs, munis de râbles, en séparent encore une certaine proportion de minerai d'étain qu'on rapporte aux caisses allemandes ; ce qui est entraîné en bas des tables est traité comme minerai de cuivre.

Le peu d'oxide d'étain que contient la boue ou schlamm C''', recueilli dans les bassins, ne pourrait être retiré si on lavait ces schlamms de la même manière que les sables du bocard ; il serait entraîné par le courant d'eau avec les parties terreuses. On commence par le débourber dans une caisse plus courte et beaucoup plus étroite que pour le lavage du sable du bocard.

Lavage des
schlamms.

Ce débourage (en anglais *trunking*) se compose de deux opérations. La première a pour but de désagglutiner la boue ; c'est-à-dire de lui faire perdre une ténacité pâteuse qu'elle possède, analogue à celle de l'argile ; elle s'exécute dans un compartiment qui est à la partie supérieure de la caisse à débourber (*trunk-box*), et dans lequel le courant d'eau se rend d'abord pour tomber ensuite en nappe sur la table.

1°. Débour-
bage sur une
caisse à dé-
bourber
(ТРУНК-
БОК).

Un ouvrier remue continuellement avec un râble ; les matières, très-divisées, se mettent en suspension dans l'eau, et les parties métalliques

se déposent sur la table, tandis que la plus grande partie des substances terreuses est entraînée.

On parvient ainsi à concentrer les schlamms en diminuant beaucoup la proportion des matières terreuses avec lesquelles l'oxide d'étain y est mélangé.

2°. Lavage
du schlamm
enrichi.

Le schlamm enrichi, ainsi obtenu, est lavé sur les caisses allemandes, de la même manière que le sable sortant du bocard. Il donne un schlich d'étain plus ou moins mélangé de wolfram et de pyrites arsenicales et cuivreuses.

En général les différens schlichs obtenus dans les lavages précédens contiennent une certaine proportion de substances métalliques, dont la pesanteur spécifique approche de celle de l'oxide d'étain, et qu'il est impossible de séparer par aucun mode de lavage; mais ces substances sont pour la plupart décomposables par la chaleur rouge, que l'oxide d'étain supporte sans s'altérer: c'est cette propriété qu'on a mise à profit pour achever la purification de l'oxide d'étain.

Grillage du
minerai d'é-
tain.

§ 50. — L'atelier dans lequel on fait cette espèce de grillage s'appelle *burning-house*: il renferme un ou plusieurs fourneaux à réverbère, suivant l'importance de l'établissement.

Les dimensions de ces fourneaux de grillage ne paraissent pas constantes; elles varient dans des limites assez étendues. Sur la mine de *Pol-dice*, ils ont 3 à 4 mètres de long sur 2 mètres 60^{c.} à 3 mètres de large. Leur sole (Pl. VIII, fig. 2 et 3) est horizontale; la voûte, élevée à-peu-près de 0^{m.} 65^{c.} près du foyer, s'abaisse légèrement vers la cheminée. Il n'existe qu'une seule ouverture, qui est placée sur le devant; elle se ferme par une porte en tôle qui roule sur des charnières:

au-dessus de la porte il existe une cheminée, pour que les vapeurs sulfureuses et arsenicales qui s'échappent du fourneau n'incommodent pas les ouvriers. La cheminée communique à des tuyaux horizontaux, dans lesquels se condensent les vapeurs arsenicales.

On charge six quintaux de minerai; cette calcination dure de 12 à 18 heures, suivant la quantité de pyrites contenues dans le minerai. Au commencement de l'opération on donne une chaleur modérée, puis on la pousse jusqu'au rouge sombre, et on l'y maintient pendant plusieurs heures. La porte est fermée; on remue de temps en temps avec un râble en fer, pour empêcher de s'agglutiner, ce que les ouvriers appellent *to kern*, et exposer de nouvelles surfaces à l'action de la chaleur. On doit retourner le minerai d'autant plus souvent qu'il est plus mélangé de pyrites.

Dans cette opération, il se volatilise une quantité considérable de soufre et d'arsenic (1). Le premier paraît se consumer en grande partie, et le dernier est condensé dans de longs tuyaux horizontaux. Quand le minerai contient du fer oxidulé, il passe à l'état de fer oxidé au maximum, et est enlevé facilement par un lavage postérieur.

Lorsque le minerai est suffisamment calciné, ce qu'on reconnaît lorsqu'il ne s'en dégage plus de vapeur, on le retire et on l'expose pendant plusieurs jours à l'action de l'air, qui décompose les sulfures et les fait passer à l'état de sulfates.

(1) Ces cadmies arsenifères, sont vendues à des établissemens où l'on en retire l'oxide d'arsenic.

On porte alors ce minerai dans une cuve remplie d'eau, on le remue avec un râble en bois, puis on le laisse se déposer; le sulfate de cuivre qui s'est formé se dissout dans l'eau. Au bout de quelque temps, on retire cette eau chargée de sulfate de cuivre, et on la fait passer dans une autre cuve où l'on a mis de la vieille ferraille, laquelle décompose le sulfate de cuivre.

Quand l'eau a perdu tout le cuivre qu'elle contenait, ce que l'on juge en y plongeant un morceau de fer poli, on la remplace par de nouvelle eau provenant du lessivage dont on vient de parler; on obtient par ce moyen du cuivre de cémentation. Lorsque l'opération a été bien conduite, presque tout le cuivre que contenait le minerai d'étain doit être obtenu à cet état.

Criblage et lavage du minerai d'étain calciné.

§ 51. — Le minerai d'étain est ensuite passé dans un crible pour en séparer les parties qui se sont agglutinées dans la calcination, soit par la fusion du soufre et de l'arsenic, soit par le mélange des résidus de la houille.

La partie qui reste sur le crible est bocardée, puis traitée comme du minerai d'étain riche.

Celle qui a passé à travers le crible est devenue facile à laver par l'altération produite dans la pesanteur spécifique des substances métalliques qui accompagnent l'étain. Ce lavage s'exécute sur des tables allemandes, sur des caisses à débourber ou sur des tables dormantes, suivant le degré de finesse du schlich. On obtient de ce lavage les produits suivans :

1°. du schlich d'étain prêt à vendre, contenant de 50 à 75 pour 100 d'étain. Il est appelé *black-tin* (étain noir), par opposition à *white-tin* (étain blanc), nom de l'étain métallique;

2°. Une partie, qui s'accumule au milieu de la table, est très-mélangée de wolfram; elle donne, par un lavage postérieur, un schlich contenant du wolfram. Il est appelé *mock lead* (*faux plomb*).

3°. Des déchets;

4°. Des schlamms ou boues que l'on recueille dans des labyrinthes, et qu'on débourbe dans les caisses à débourber; après quoi, on les lave dans des caisses allemandes.

Les déchets qui contiennent du fer, du wolfram, etc., sont encore riches en étain, et comme il n'est plus possible de les laver sous cet état, on les bocarde pour les réduire en poussière très-fine: on leur ajoute pour ce bocardage des fragmens de quartz, afin de donner prise aux pilons du bocard sur les petits grains. Le sable qui provient de ce bocardage est lavé, et donne du *black-tin*.

Bocardage des déchets.

Préparation mécanique de l'étain d'alluvion.

§ 52. — L'étain d'alluvion occupe le fond de certaines vallées, ou se trouve dispersé sur la surface de collines peu inclinées. Les galets d'étain qui le constituent sont disséminés dans du sable contenant des fragmens roulés de roches anciennes, telles que granite, etc. On soumet le sable à un lavage, qui s'exécute dans une caisse allemande de grande dimension. On place deux ou trois pelletées de sable au haut de la table; un ouvrier remue continuellement ce sable, et en expose toutes les parties à un courant d'eau assez fort, qui enlève les parties les plus légères. Il remonte avec son râble les parties qui sont entraînées au bas de la table, afin qu'il n'y ait

Lavage du sable stannifère dans une caisse allemande.

pas de perte de galets d'étain. Pour exécuter plus facilement ce travail pénible, l'ouvrier se place dans la table; il est muni de bottes très-épaisses, qui empêchent l'eau de l'incommoder.

Le sable obtenu dans cette première opération est un mélange de galets de toutes dimensions, les uns très-petits, les autres de la grosseur du poing. Ces derniers ne sont pas composés d'oxide d'étain pur; ce minéral y est associé avec du quartz et d'autres substances pierreuses, qui prouvent d'une manière certaine que ces galets doivent leur origine à la destruction des filons stannifères; mais une circonstance très-remarquable, et que nous avons déjà indiquée § 32, c'est qu'ils ne contiennent pas de substances sulfureuses ou arsenicales.

Criblage des
galets d'é-
tain.

Ces galets sont séparés en deux lots, suivant leur grosseur, au moyen d'un crible. Les plus petits passent à travers le crible, les plus gros restent sur le crible: ceux-ci sont soumis à un triage en raison de leur richesse; ceux qui sont composés d'oxide d'étain pur sont mis à part pour être fondus, les autres sont bocardés.

Lavage du
sable du
bocard.

Le sable qui provient de ce bocardage est très-riche et facile à laver, parce qu'il ne contient que des substances légères comparativement à l'oxide d'étain. On le lave sur une aire plane analogue aux tables dormantes, mais dont la largeur est plus grande. L'ouvrier ne se sert que du râble pour effectuer cette opération.

Le sable qui a passé à travers le crible est encore mélangé de parties étrangères; on l'amène à l'état de pureté en le lavant de la même manière que le sable donné par le bocardage des galets mélangés de matières de filons.

II. Fonte du minerai d'étain.

§ 53. — Les minerais d'étain du Cornouailles et du Devonshire sont tous traités dans le pays même, les lois défendant d'exporter de ces deux provinces aucun minerai d'étain; les intérêts particuliers ne paraissent nullement lésés par cette prohibition, attendu que le combustible employé pour la fonte de ces minerais est tiré du pays de Galles, et que les vaisseaux qui l'ont apporté retournent à Swansea et à Neath chargés de minerai de cuivre.

Les fonderies appartiennent en général à des particuliers qui ne possèdent pas de mines d'étain, mais qui achètent de gré à gré les minerais aux exploitans.

§ 54. — Les minerais d'étain se paient à raison de leur teneur et de la pureté du métal qu'ils donnent, élémens qu'on détermine par un essai qui se fait de la manière suivante.

Essai des
minerais.

Lorsqu'on reçoit à une fonderie un certain nombre de sacs de minerai d'étain d'une même qualité, on en prend une petite portion dans chaque sac, et on mélange le tout de manière à obtenir un échantillon qui représente aussi exactement que possible la composition moyenne de la masse. On prend ensuite un poids déterminé de ce minerai, ordinairement 2 onces, auquel on ajoute une petite fraction de son poids de houille pilée (environ 4 pour 100); on met ce mélange dans un creuset de terre ouvert, et on le chauffe dans un fourneau à vent alimenté par du coak. Ce fourneau a environ 0^m,24 de côté. On fait ordinairement tous les essais le même

jour, de façon que le fourneau est très-chaud lorsqu'on met le creuset. L'essai dure à-peu-près un quart d'heure; au bout de ce temps, la réduction est opérée; on coule l'étain en lingots, et on verse le reste de la masse fondue dans un mortier de fonte, où on le pile pour en séparer par lavage les grenailles d'étain, qu'on pèse avec le lingot (1).

Deux méthodes pour opérer la fusion de l'oxide d'étain.

§ 55. — Le traitement des minerais d'étain s'opère par deux méthodes différentes.

Dans la première, on expose un mélange de minerai d'étain et de charbon sur la sole d'un fourneau à réverbère chauffé avec de la houille.

Dans la seconde, on fond le minerai d'étain dans des fourneaux à manche, alimentés par du charbon de bois. Cette dernière méthode n'est en usage que dans un petit nombre d'usines, pour obtenir une variété d'étain métallique très-pur, nommée en anglais *grain-tin* et en français *étain en larmes*, qui est réclamée pour les besoins de quelques arts, tels que la teinture, etc. On n'applique cette méthode qu'à du minerai d'aluvion (*stream-tin*).

Nous allons décrire successivement ces deux méthodes, après avoir fait précéder cette descrip-

(1) Cette méthode de faire les essais est fort imparfaite; elle donne presque le même résultat que la fonte en grand. Les mêmes minerais que nous avons essayés au laboratoire de l'École des mines nous ont donné 4 et 5 pour 100 de plus. La méthode que nous avons employée consiste à les fondre dans un creuset brasqué, avec une addition de 5 pour 100 de borax vitreux. On commence par chauffer doucement pendant 1 heure environ; puis on augmente le feu pendant 1 heure, et on donne un coup de feu d'un quart d'heure. Cette méthode, qui est la meilleure pour faire les essais d'étain, a l'inconvénient de réduire le fer.

tion de celle des fourneaux dont on fait usage dans l'une et dans l'autre.

Description des fourneaux.

§ 56. — Les usines dans lesquelles on réduit et on affine l'étain au moyen de fourneaux à réverbère portent le nom de *smelting-houses* (ateliers de fonte): on y voit deux espèces de fourneaux, ceux de fonte et ceux d'affinage.

Les fourneaux à réverbère employés pour la réduction et la fonte des minerais d'étain (Pl. VIII, fig. 6 et 7) sont à une seule chauffe. La sole a environ 3^m,3 de long sur 1^m,7 à 2^m,2 de large; la voûte est très-surbaissée; dans son point le plus haut, qui est près de la chauffe, elle ne s'élève qu'à 0^m,50 au-dessus de la sole. La grille, sur laquelle on ne brûle jamais que de la houille, a environ 0^m,7 de large sur une longueur un peu moindre. La hauteur de la cheminée ne surpasse pas 8 à 10 mètres. Le fourneau présente trois portes; savoir, une pour la chauffe, une pour la charge, placée sur le côté de la sole, et une troisième pour brasser la masse fondue et faire sortir les scories, placée à l'extrémité de la sole opposée à la chauffe, au-dessous de la cheminée. La sole est légèrement concave, et de son point le plus bas *a* (fig. 7) part un conduit, qui, passant sous la porte latérale de la chauffe, conduit à un bassin de réception en briques *b*, qui se trouve en avant de cette porte ou à une chaudière en fonte, qui en tient la place. Ce conduit est bouché, pendant la fonte, avec un tampon d'argile ou de mortier; on ne l'ouvre qu'à la fin de l'opération pour laisser couler l'étain.

Fourneaux à réverbère pour la fonte.

Fourneau de raffinage.

§ 57. — Les fourneaux qui servent au raffinage de l'étain (Pl. VIII, *fig. 5 et 6*) (1) sont pareils à ceux qui servent à la fonte du minerai ; seulement ils présentent, à la place du bassin de réception dont nous venons de parler, un bassin d'affinage *c* placé à côté, et dans lequel l'étain se rend par le canal *d*. Ce bassin a environ 1^m,3 de diamètre et 0^m,80 de profondeur ; il est construit en briques ou remplacé par une chaudière de fonte (*kettle*), sous laquelle se trouve une grille destinée à recevoir du feu : cette dernière disposition paraît préférable. Au-dessus du bassin d'affinage se trouve une potence tournante, dans laquelle passe une tige de fer verticale, susceptible de monter et de descendre ; cette tige porte, à son extrémité inférieure, un châssis également en fer, dans lequel on peut enchâsser des bûches de bois qu'on fait entrer dans le bain de métal, et qu'on y maintient en amenant la potence au-dessus, faisant descendre la tige et la fixant dans cette position.

Fourneau à manche pour le traitement de l'étain de lavage.

§ 58. — Les usines dans lesquelles on emploie les fourneaux à manche portent le nom de *blowing-houses*, qu'on peut traduire par celui d'*usines à vent* ou *à soufflets*.

Les fourneaux à manche, dans lesquels la fonte s'exécute, ont 4^m,92 de hauteur depuis le fond du creuset jusqu'au gueulard qui est placé à la naissance d'une cheminée longue et

(1) Les fourneaux à réverbère servant à la fonte et ceux employés pour le raffinage étant entièrement semblables, quant au massif principal, on a réuni sur les mêmes figures 5 et 7 le bassin de réception *b* et le bassin de raffinage *c*, afin de n'être pas obligé de donner séparément le dessin de ces deux fourneaux.

étroite, interrompue par une chambre où se déposent les poussières métalliques emportées par le courant d'air. Cette chambre n'est pas placée verticalement au-dessus du fourneau, ce qui oblige à donner une direction oblique à la partie inférieure de la cheminée. Le massif du fourneau est bâti en briques ; il forme un prisme à base carrée, un peu moins large que haut. Le gueulard, sensiblement rond, a 0^m,40 de diamètre. Nous n'avons pu obtenir de renseignements bien positifs sur la forme intérieure du fourneau. Il paraît que la chemise est formée d'un cylindre en fonte vertical, revêtu d'argile, et présentant une ouverture pour le passage du vent : cette ouverture, qui correspond à la face latérale opposée à celle au-dessus de laquelle on charge, reçoit une tuyère dans laquelle se rendent les buses de deux soufflets à piston en fonte à simple effet, mus par une roue hydraulique ; elle se trouve à une petite hauteur au-dessus de la sole du fourneau. Au niveau de cette sole, le cylindre présente une échancrure au-dessous de laquelle se trouve le bassin de réception, qui est hémisphérique, et placé en partie au-dessous du vide intérieur du fourneau et en partie extérieurement ; la paroi antérieure du fourneau présente une rentrée qui paraît avoir pour objet de le découvrir le plus possible, et de faire qu'on ait moins à démolir lorsqu'on a une réparation à faire dans l'intérieur. Près de l'angle du massif se trouve un second bassin de réception plus grand que le premier, qui peut se décharger dedans par une rigole légèrement inclinée ; le dernier a près d'un mètre de largeur sur 0^m,60 de profondeur ; enfin, non loin de ce dernier bassin,

on en voit un troisième, d'environ 1^m,30 de diamètre sur 0^m,80 de profondeur, qui sert au raffinage. Tous ces bassins sont en briques ou en fonte de fer.

Fonte d'étain au fourneau à réverbère.

§ 59. — On traite à la houille dans des fourneaux à réverbère tous les minerais d'étain extraits des mines (*mine-tin*), et même une partie de ceux qu'on retire par lavage des sables d'alluvion (*stream-tin*). On mélange soigneusement, en les stratifiant par lits minces, dans une caisse en bois, les divers minerais (1) qu'on doit fondre, et on a soin d'acheter des divers minerais dans une proportion propre à donner un mélange d'une richesse constante et d'une pureté déterminée. La richesse est ordinairement telle qu'on obtient douze parties et demie à treize d'étain de vingt parties de minerai (62 $\frac{1}{2}$ à 65 pour 100). Quant à la pureté, elle dépend de la quantité de matières ferrugineuses, cuivreuses et arsenicales qui restent mélangées aux minerais. On forme deux qualités de mélange, dont chacune a un degré de pureté constant : nous ne connaissons pas exactement la différence des mélanges ni celle de l'étain qu'ils donnent ; mais nous savons qu'ils correspondent aux deux variétés d'étain commun, appelées *block-tin* et *refined-tin*, qu'on obtient dans les fourneaux à réverbère.

Le traitement du minerai d'étain dans ces fourneaux se compose de deux opérations, le *fondage* et le *raffinage*.

(1) Ces minerais contiennent de 50 à 75 pour 100 d'étain, suivant l'opération d'où ils proviennent.

Première opération. — Désoxidation du minerai d'étain et fonte de l'étain.

§ 60. — Avant d'introduire le minerai dans le fourneau de fusion, on le mélange avec de la houille sèche (*stone coal*) (1) en poudre, qu'on nomme *culm*. On se sert de charbon le moins bitumineux possible, parce qu'il ne s'agglutine pas ; la quantité de *culm* qu'on ajoute dépend de la qualité du minerai qu'on fond, et varie d'un quinzième à un dixième, ou même d'un huitième du poids du minerai. On y ajoute quelquefois un peu de chaux éteinte (*slacked lime*) ; cette addition a pour but de rendre le minerai plus fusible : on mélange avec soin ces matières ensemble, et on les humecte pour rendre leur charge plus facile, et empêcher que le courant d'air en entraîne pendant les premiers moments.

On charge 12 et quelquefois 6 quintaux de minerai à-la-fois. Lorsque la charge est faite, on ferme exactement toutes les portes, on les lute et on chauffe graduellement. Si la température était trop forte dans le commencement, l'oxide d'étain se combinerait au quartz de la gangue et formerait un émail. On continue à chauffer durant 6 à 8 heures, pendant lesquelles on n'ouvre pas les portes, et par conséquent on ne remue pas le minerai. Au bout de ce temps, la fonte est en général terminée ; on enlève alors la porte du fourneau, et on brasse la masse fondue pour

Poids de la charge.

(1) Cette variété de houille fait partie du bassin houiller du Glamorgan ; elle est la base d'une exploitation considérable aux environs de Neath. Elle est très-peu bitumineuse, et a tous les caractères extérieurs de l'anhracite.

Scories.

achever de séparer l'étain des scories et reconnaître si l'opération est suffisamment avancée. Lorsqu'on s'est assuré que la fonte est terminée, on fait sortir les scories par cette même porte, au moyen d'un râble de fer, et on les partage en trois classes : celles de la première classe A, qui forment au moins les trois quarts de la totalité, sont aussi pauvres qu'on puisse les rendre, et sont rejetées ; les scories de la deuxième classe B, qui contiennent quelques petites grenailles d'étain, sont envoyées au bocard ; celles de la troisième classe C, qu'on arrache les dernières de dessus la surface du bain d'étain, et qui contiennent une quantité considérable de ce métal en grenailles et en larmes, sont mises à part pour être refondues ; ces dernières sont très-peu abondantes (1).

Après avoir enlevé les scories, on débouche le conduit qui mène au bassin de réception, dans lequel l'étain coule et se rassemble : on l'y laisse reposer pendant quelque temps, afin que les scories qui peuvent se trouver encore mêlées au métal s'en séparent par l'effet de la différence de pesanteur spécifique. Lorsque l'étain est suffi-

(1) Les scories qui sont bocardées contiennent plus de 5 pour 100 d'étain métallique.

L'essai de ces différentes scories nous a indiqué qu'elles contenaient au moins 10 pour 100 d'étain en combinaison, et qu'elles pourraient encore être retraitées avec avantage dans un fourneau à manche, ainsi qu'on le fait en Saxe. Il est vrai que la quantité de scories qu'on obtient en Angleterre est très-petite, au plus 12 pour 100 (70 d'étain correspondent à-peu-près à 88 pour 100 d'oxide pur) ; tandis qu'en Saxe on obtient une quantité de verres terreux au moins égale à la masse de minerai fondu.

samment reposé, on le prend avec des poches pour le verser dans des moules de fonte, dans chacun desquels on a fixé un morceau de bois destiné à ménager dans le lingot un trou qui sert à le retirer lorsqu'il est refroidi.

Raffinage de l'étain.

§ 61.— Cette opération a pour objet de séparer de l'étain, aussi complètement que possible, les métaux qui se réduisent et s'allient avec lui. Ces métaux sont principalement le fer, le cuivre, l'arsenic et le tungstène, auxquels se joignent en petite proportion des sulfures et des arsénures qui ont échappé à la décomposition, un peu d'oxide d'étain non réduit, et même quelques matières terreuses qui n'ont pu rejoindre la masse des scories.

Raffinage de l'étain.

Le raffinage de l'étain se compose de deux opérations. La première est une liquation qui, à l'intérieur, s'opère dans un fourneau à réverbère pareil à ceux qui sont employés pour la fusion du minerai (Pl. VIII, fig. 5 et 6). On range les saumons d'étain sur la sole du fourneau, près de l'autel, et on les chauffe modérément. L'étain fond, et coule dans le bassin de raffinage : au bout de quelque temps, les saumons cessent de donner de l'étain, et laissent sur la sole un résidu formé d'un alliage très-ferreux.

Liquation.

On range alors de nouveaux saumons sur les restes des premiers, et on continue ainsi jusqu'à ce que le bassin de raffinage soit suffisamment rempli ; sa grandeur est telle qu'il contient 5000 kilogrammes d'étain, correspondant à environ cinq tonnes anglaises. Les résidus sont mis

à part pour être traités ainsi que nous l'indiquons § 63.

Raffinage
proprement
dit.

Alors commence la seconde partie du raffinage. On enfonce dans le bain d'étain des bûches de bois vert, au moyen de l'appareil décrit plus haut § 57, et représenté dans la *fig.* 5, Pl. VIII. Le dégagement de gaz auquel ce bois donne lieu produit un bouillonnement constant dans l'étain, et amène à sa surface une espèce d'écume, qui permet aux parties les plus impures et les plus lourdes de se précipiter au fond. L'écume, composée presque entièrement d'oxide d'étain et de métaux étrangers, principalement de fer, est enlevée et rejetée à mesure dans le fourneau. Lorsqu'on juge que l'étain a suffisamment bouilli, on retire le bois vert et on laisse reposer le bain. Il se sépare en différentes zones : les supérieures sont les plus pures ; celles du milieu sont chargées d'un peu de métaux étrangers, et les inférieures en sont très-mélangées. Lorsque l'étain commence à se refroidir, et qu'on ne peut plus espérer que la séparation des diverses qualités devienne plus parfaite, on le prend avec des poches et on le coule dans des moules de fonte. On conçoit que l'ordre dans lequel les différens saumons ont été obtenus est celui de leur pureté ; ceux qui proviennent du fond du bassin sont même ordinairement tellement impurs, qu'ils doivent être soumis de nouveau au raffinage, comme s'ils provenaient directement du minerai.

Durée du
raffinage.

L'opération du raffinage dure 5 à 6 heures ; savoir, une heure pour remplir le bassin, 3 heures pour faire bouillir l'étain avec du bois vert, et une ou 2 heures pour le laisser reposer.

§ 62. — Souvent à l'ébullition artificielle dont nous venons de parler on substitue une opération plus simple, appelée *tossing*. Pour l'effectuer, un ouvrier prend de l'étain dans une poche et le laisse retomber dans la chaudière, d'une certaine hauteur, de manière à agiter toute la masse. Il renouvelle cette opération continuellement pendant un certain temps ; après quoi, il écume avec soin la surface du bain. On verse ensuite l'étain dans des moules, à moins qu'il ne soit trop impur. Dans ce cas, pour compléter la séparation des métaux, on entretient l'étain à l'état de fusion dans la chaudière, pendant un certain temps, sans l'agiter : par ce moyen la partie supérieure du bain (au moins la moitié) est assez pure pour être livrée au commerce.

Autre méthode de raffinage appelée *Tossing*.

Les moules dans lesquels on coule l'étain sont ordinairement en granite. Leur capacité est calculée de manière que chaque saumon pèse un peu plus de trois quintaux. Ces saumons portent le nom de *blocks* : de là vient que l'étain commun est désigné dans le commerce sous le nom de *block-tin*. La loi exige qu'ils soient marqués (*coined*) (1) par les officiers publics avant d'être mis en vente ; le *block-tin* le plus pur, soit qu'il doive sa pureté à celle des minerais dont il a été extrait, soit que cette pureté dépende du soin

(1) Avant d'apposer cette marque, qui indique la qualité de l'étain, et donne ainsi une garantie au commerce, l'officier public essaie sa qualité ; cet essai consiste simplement à examiner le grain du métal quand on le coupe ou qu'on le casse, et la manière dont il s'étend sous le marteau. C'est à la suite de cet essai qu'est fixée la quantité d'étain fabriquée, et par conséquent le droit que le gouvernement

qu'on a mis dans le raffinage ou de l'époque à laquelle il a été extrait du bassin, porte le nom de *refined-tin*.

Le traitement que nous venons de décrire donne lieu à deux résidus stannifères qui doivent être retraités. Ce sont :

1°. Les scories B et C, qui, ainsi que nous l'avons indiqué § 60, contiennent des grenailles d'étain.

2°. Les crasses que l'on obtient sur la sole du fourneau à réverbère, en refondant l'étain pour le raffiner.

Nous allons indiquer successivement le procédé que l'on emploie pour retirer l'étain de ces résidus.

Traitement
des scories.

§ 63. — Les scories C qu'on arrache de dessus le bain d'étain avant de le faire couler, et qui contiennent beaucoup de grenailles et de larmes d'étain, sont mises à part pour être fondues sans autre préparation. Les scories B, retirées avant les précédentes, contiennent aussi des grenailles d'étain, mais en moins grande proportion; elles sont envoyées au bocard, pour y être soumises à une suite de bocardages et de lavages dont le but est de concentrer les grenailles dans une petite quantité de scories. Ce mélange riche, qu'on fond isolément pour obtenir l'étain qu'il con-

prélève. Ce droit, qui n'est que de quelques schellings par quintal, n'est pas très-onéreux par lui-même; mais il le devient souvent par la manière dont il est perçu, attendu que la marque ne s'appose pas dans les usines, mais seulement à Truro, et que les frais de transport sont considérables dans ce pays montagneux.

tient, porte le nom de *prillion*. L'étain qu'il produit est de qualité très-inférieure; ce qui se conçoit facilement, attendu que le métal qui forme ces grenailles est celui qui, étant moins fusible que l'étain pur, se solidifie promptement et ne peut pas se réunir au bain métallique.

Chaque fonderie fait, tous les trois mois, une campagne de quelques semaines. En la commençant, et lorsque les fourneaux ne sont pas encore échauffés, on fond les scories C et les grenailles (*prillion*) mentionnées ci-dessus, qui ont été obtenues pendant la campagne précédente: on commence par les scories riches C. Pendant ces opérations, les fourneaux parviennent à-peu-près à la température permanente qu'ils doivent conserver pendant toute la durée de la campagne, et on peut commencer immédiatement après à fondre du minerai. On continue ensuite la série des fondages jusqu'à ce qu'on ait épuisé l'approvisionnement de minerai, sans arrêter les fourneaux même le dimanche.

§ 64. — Chaque saumon d'étain qu'on soumet à la liquation laisse sur la sole du fourneau à réverbère un résidu formé d'un alliage d'étain, de fer, et de quelques autres métaux qui sont moins fusibles que l'étain sensiblement pur. Lorsque tous les saumons qu'on voulait liquater ont subi cette opération, on augmente le feu pour fondre les résidus qu'ils ont laissés, et on fait couler l'alliage qui en provient dans un petit bassin totalement distinct du bassin de raffinage. Cet alliage ayant reposé pendant quelque temps, la partie supérieure est coulée en saumons comme étain impur qui a besoin d'un nouveau raffinage.

Fonte des
scories riches et des
grenailles
d'étain.

Repassage
des crasses
de liquation.

Il se dépose au fond du bassin et sur ses parois un alliage blanc, aigre, à cassure cristalline, qui contient une si grande proportion de métaux étrangers, qu'on n'en peut tirer aucun parti. Il en est de même d'un nouveau résidu, infusible même à la température actuelle du fourneau, qui reste encore sur la sole.

Nous n'avons pu connaître la dépense en combustible pour chaque opération; mais nous savons que l'on consomme environ 3,580 kilogr. de houille pour obtenir 2030 kilogr. (2 tonnes) d'étain.

Fonte de l'étain au fourneau à manche.

§ 65. — Ce mode de fusion, dans lequel on n'emploie que du charbon de bois, a pour objet d'obtenir de l'étain au maximum de pureté auquel on puisse parvenir en grand. On ne soumet à ce traitement que les meilleurs minerais provenant des *stream-works*, ou lavages de sables d'alluvion.

Ces lavages sont généralement bien exécutés. L'oxide d'étain n'est mélangé que de quelques nodules de fer hématite, et il est sur-tout parfaitement exempt de toutes matières sulfureuses ou arsenicales. Il serait en conséquence inutile de le griller; aussi ne le fait-on jamais.

La fonte s'opère sans addition; seulement, dans quelques cas, on ajoute au minerai des résidus des opérations précédentes.

Nous n'avons pu obtenir de renseignements précis sur la quantité de charbon de bois brûlée pendant cette opération; mais nous savons qu'on évalue approximativement la dépense totale à

1600 kilog. pour une production de 1000 kilog. d'étain fin.

Le temps des charges n'a rien de bien fixe; on n'a d'autre règle que d'entretenir le fourneau plein. On ne jette pas d'eau sur le gueulard, comme cela se pratique en Saxe; mais on supplée à cette précaution en recevant dans une chambre décrite ci-dessus § 58 les poussières entraînées par le courant d'air.

L'étain réduit est d'abord reçu dans le premier bassin, puis coulé dans le second, où on le laisse reposer quelque temps. Les scories qui coulent dans le premier bassin sont enlevées à mesure qu'elles se figent. Ces scories sont divisées en deux classes; savoir, celles qui retiennent encore de l'oxide d'étain et celles qui ne contiennent plus ce métal sous cet état, mais seulement quelquefois en grenailles. Le bain métallique se divise, par le repos de masse, en zones horizontales de divers degrés de pureté; les parties les plus mélangées et les plus lourdes tombent naturellement au fond du bassin. L'étain qui forme les zones supérieures, jugé suffisamment pur, est transvasé, au moyen de poches, dans le bassin d'affinage qui a été préalablement chauffé, et sous lequel, s'il est en fonte, on entretient un feu modéré. L'étain qui occupe le fond du bain est toujours coulé à part pour être ensuite refondu; quelquefois même, quand le fourneau donne de l'étain très-impur, on n'en transvase aucune portion dans le second bassin; mais tout ce qui arrive dans le premier bassin est coulé en saumons destinés à être rejetés dans le fourneau à manche.

Affinage de l'étain.

§ 66. — Lorsque le bassin d'affinage est suffisamment rempli, on y produit une ébullition artificielle en y plongeant du bois vert ou du charbon imbibé d'eau; ce qui fait venir à la surface, sous la forme d'une espèce d'écume, le minerai non réduit et les substances pierreuses, tandis que les parties les plus lourdes se séparent du reste et se réunissent au fond. Lorsque l'ébullition a duré un temps convenable (une heure à une heure et demie), on retire le bois vert et on écume la surface du bain d'étain, qui doit présenter un éclat particulier et très-vif. On laisse la masse reposer pendant quelque temps, ce qui permet aux parties inégalement pures de se séparer encore plus complètement, et quand elle est refroidie jusqu'à un certain point, on la coule en saumons, en puisant toujours l'étain à la surface du bain. De cette manière, presque tout ce qu'il y a d'impuretés dans le bain se trouve dans les derniers saumons, qui doivent être refondus; les autres, destinés à être livrés au commerce, sont envoyés à un bureau, où, après avoir constaté leur degré de pureté et perçu le droit de la couronne, on les frappe d'une marque.

GRAIN-TIN, étain en larmes.

§ 67. — Ils ne reçoivent le plus souvent aucune autre préparation avant d'être livrés au commerce. Quelquefois cependant on chauffe le métal au point seulement de le rendre fragile: alors on l'élève à une assez grande hauteur; après quoi, en le laissant tomber, la masse se réduit en fragmens, qui présentent une agglomération de grains allongés ou de *larmes*; ce qui a fait donner à cette espèce d'étain le nom de GRAIN-TIN en anglais et d'*étain en larmes* en français.

§ 68. — Les scories qui sont encore riches en oxide d'étain sont refondues; quant à celles qui renferment des grenailles métalliques, elles sont bocardées et lavées; le résultat du lavage est aussi fondu. La fonte de ces résidus, ainsi que celle de l'étain impur, s'opère dans le même fourneau à manche que celle du minerai. On charge concurremment des proportions convenables de ces substances, auxquelles on joint, suivant les circonstances, une proportion plus ou moins grande de minerai.

Refonte des scories.

§ 69. — En récapitulant la dépense au fourneau à manche et au fourneau à réverbère, nous trouvons que le fourneau à manche donne environ 66 pour 100 d'étain en fondant du minerai d'alluvion, dont la richesse est de 75 à 78 pour 100: donc

Comparaison entre le travail au fourneau à réverbère et celui au fourneau à manche.

1000 kilogr. d'étain dépensent 1600 (§ 65) kilog. de charbon de bois, et donnent une perte de 15 pour 100, ou 150 kilogrammes.

Dans le travail au fourneau à réverbère, on estime que du minerai dont la teneur moyenne est de 70 pour 100, d'après un essai exact, donne 65 pour 100 à la fonte en grand.

Quant à la consommation en charbon, nous avons vu (§ 64) que 2030 kilogr. (2 tonnes) de minerai dépensent environ 3,580 kilogram. (3 tonnes $\frac{1}{2}$) de houille, quantité qui correspond à une consommation de 170 à 180 kil. de houille, pour une production de 100 kilogr. d'étain. D'après ces données, on peut facilement calculer la dépense d'un fondage et le prix auquel l'étain revient au fondeur, en sachant toutefois que la valeur du minerai est moyennement de 1250 fr.

(50 livres sterlings) par 1015 kilogr. (1 tonne) de minerai (1).

Donc 1000 kilog. d'étain obtenus au fourneau à réverbère dépendent :

en nature.	en argent.
1556 kilogr. de minerai valant	1943 fr. 75 c.
1750 kilogr. de houille (2)	21 85
Dépense en main-d'œuvre, frais (3) de direction, intérêt d'argent, etc.	78 15
	2043 fr. 75

En comparant ces résultats, on voit qu'au fourneau à manche la perte en étain est de 15 pour 100, tandis qu'elle n'est que de 5 au fourneau à réverbère. La dépense en combustible est aussi relativement beaucoup moins forte par ce dernier procédé ; car on consomme 175 kilogr. de houille pour avoir 100 kilog. d'étain, tandis que l'on brûle 160 kilogr. de charbon de bois pour obtenir la même quantité d'étain au fourneau à manche, et l'on sait qu'une partie de charbon correspond à-peu-près pour l'effet à 2

(1) Le prix du minerai d'étain varie avec le prix de l'étain. En 1824, le minerai de qualité inférieure coûtait 750 francs (30 livres sterlings) les 1015 kilog., tandis que le plus pur valait 1500 francs (60 livres sterlings).

(2) Le prix de la houille est de 12 fr. 50 (10 schellings) par 1015 kilog. (1 tonne).

(3) La dépense en main-d'œuvre, en combustible, en frais de direction, intérêt de l'argent, etc., est évaluée à 100 francs (4 livres sterlings) par 1015 kilog. (1 tonne) d'étain fabriqué ; mais comme nous connaissons très-approximativement la quantité de houille consommée, on peut regarder l'évaluation de 78,15 francs comme exacte pour ces frais généraux.

de houille : on peut donc conclure que sous le rapport de l'économie du combustible et de la dépense en minerai tout paraît être en faveur de l'emploi des fourneaux à réverbère. Nous ajouterons encore une considération qui doit faire préférer cette méthode sous le rapport de l'économie, c'est que l'opération est beaucoup plus simple et qu'elle se fait presque seule.

§ 70. — Si nous comparons le travail à la houille, en Cornouailles, avec celui au charbon de bois pratiqué à Altenberg, nous parviendrons au même résultat. En effet, dans l'excellent mémoire de M. Manès, inséré dans les *Annales des mines* de 1823 (1), nous voyons, page 870, que 2,041 quintaux d'étain métallique ont consommé 3,507 corbeilles de charbon. Le volume d'une corbeille correspond à 0^m,443 mètres cubes, et son poids peut être évalué à 82 kil. 39. On en conclura donc qu'un millier métrique (1 tonne environ) dépensera 2820 kilogrammes de charbon de bois, tandis qu'en Cornouailles la même quantité d'étain n'exige que 1750 kilogr. de houille. En observant que le charbon de bois donne un effet plus grand que la houille, on voit que la dépense en combustible est presque triple à Altenberg.

La perte en étain est également plus considérable dans cette dernière contrée. En effet, du minerai contenant 65 pour 100 à l'essai n'a donné, au petit fourneau, que 53 pour 100 : d'où il suit qu'il y a eu une perte de 12 pour 100,

(1) Dans ce mémoire, M. Manès établit ainsi qu'il suit le prix auquel l'étain revient au fondeur, et qui correspond d'une manière singulière avec celui que nous avons indi-

Comparai-
son du tra-
vail à la
houille avec
la fonte au
charbon de
bois à Al-
tenberg.

et du minerai contenant 61 et demi pour 100 a produit 55 au grand fourneau ; ce qui correspond à une perte de 7 et demi pour 100.

Ces résultats sont confirmés par la richesse des scories : en effet, les scories qu'on rejette à Altenberg contiennent, d'après un essai que M. Berthier a eu la complaisance de nous communiquer, 58 pour 100 de matière métallique, composée d'environ 60 pour 100 de fer et 40 pour 100 d'étain (1) : d'où il suit que les scories renferment environ 16 pour 100 d'étain métallique.

Les scories obtenues par le travail au fourneau à réverbère, dans une usine de Truro et dans une autre située près de Penzance, ne nous ont donné que 12,40 à l'essai (2) : d'où il s'ensuivrait que leur richesse est moindre que celle des sco-

qué plus haut pour la fonte au fourneau à réverbère dans le Cornouailles.

2 quintaux 72 centièmes, correspondant à 138 kilogr. d'étain, coûtent :

	écus.	gros.	fr.
En frais d'extraction et de roulage intérieur	27	12	109,96
Frais de transport au jour et de préparation mécanique	21	18	86,94
Frais de fondage du schlich	1	6	4,88
Frais généraux	20	»	80
	70	12	281,78

Ce qui donne pour les dépenses de 1000 kilogr. une dépense de 2,041 francs ; tandis que, dans le Cornouailles, la même quantité d'étain occasionne une dépense de 2,043 francs.

(1) Cet étain est allié avec une très-petite quantité de tungstène.

(2) On a essayé, par la méthode indiquée à la note, § 54,

ries d'Altenberg, et que par conséquent, sous le rapport de la perte en étain et de la consommation en combustible, il paraît constant que le travail au fourneau à réverbère est plus économique que celui au fourneau à manche.

Il reste une question très-importante à décider, c'est de savoir quelle est l'influence de ce procédé sur la qualité de l'étain que l'on obtient. Il paraît certain que dans les arts on préfère, pour quelques usages, l'étain obtenu avec le charbon de bois à celui obtenu avec de la houille. Cette supériorité dans la qualité de l'étain tient-elle entièrement à la pureté des minerais que l'on traite au fourneau à manche, ou dépend-elle en partie du contact du charbon de bois ? C'est ce que nous n'osons décider, et ce que l'expérience seule pourra prouver. Mais cette dernière supposition a quelque apparence de vérité quand on se rappelle qu'il existe une différence, non encore expliquée, entre le fer fabriqué avec du charbon de bois et celui fabriqué à la houille, et que, dans les dernières opérations du raffinage du cuivre, on a toujours soin de mettre ce métal en contact avec du charbon de bois.

30 grammes de scories avec une addition de 5 gr. de calcaire correspondant à 2,80 de chaux.

Le poids du culot total que l'on a obtenu était de 30 gr. 35 au lieu de 32,80. La partie métallique, qui pèse 9 gr. 30, est composée à-peu-près de 5 gr. 58 de fer et 3 gr. 72 d'étain. En calculant l'oxygène avec lequel ces métaux étaient combinés dans les scories, on trouve que la perte en oxygène est de 2 gr. 14, dont un gr. 62 pour le fer et 0,52 pour l'étain ; ce qui, ajouté au culot total, donne 32,49, correspondant à très-peu-près au poids de la matière essayée.

Il suit de là que ces scories contiennent 31 pour 100 de matière métallique et 12,40 pour 100 d'étain.

§ 71. — Nous terminerons cet article sur la fabrication de l'étain en Cornouailles, en faisant connaître les quantités d'étain qui ont été produites par les mines de cette province pendant les dernières années :

	en blocks ou saumons.	en kilogr.
1817.	Étain commun	
	<i>Commun-tin.</i> 21,986 blocks. . .	3,622,950
	Étain fin. } <i>Grain tin.</i> } .. 3,393.	559,152
	Total.	25,379 blocks, ou. 4,182,082
1818.	Étain commun. 19,273 blocks. . . .	3,179,204
	Étain fin. . . . 3,775.	622,565
		23,048 3,801,769
1819.	Étain commun. 17,025 blocks. . . .	2,805,423
	Étain fin. . . . 1,856.	305,830
		18,881 3,111,253
1820.	Étain commun. 15,338 blocks. . . .	2,527,443
	Étain fin. . . . 1,746.	287,714
		17,084 2,815,157
1821.	Étain commun. 17,022 blocks. . . .	2,805,024
	Étain fin. . . . 2,251.	370,932
		19,275 3,175,956

(La suite à la prochaine livraison.)

ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE QUATRIÈME TRIMESTRE DE
1824 ET LE COMMENCEMENT DU PREMIER DE
1825.

*ORDONNANCES portant concessions de
mines de houille dans l'arrondissement
houiller de Saint-Étienne (Loire).*

Note des Rédacteurs. — Les ordonnances qui se rapportent à l'arrondissement houiller de Saint-Étienne renferment les mêmes dispositions. Les concessions qu'elles ont pour objet ont toutes été faites sous les mêmes clauses générales. Pour cette raison, nous n'insérerons en entier que la première de ces ordonnances, avec les clauses générales dont il s'agit. A l'égard des autres, il nous suffira de faire connaître le premier article; toutefois en prévenant nos lecteurs que, pour les concessions qui avoisinent la ville de Saint-Étienne ou de Rive de Gier, les impétrans sont encore tenus de se conformer aux mesures de sûreté suivantes :

« Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous le territoire de la ville de . . . , il ne pourra y être donné suite qu'après une autorisation expresse du préfet sur le rapport de l'ingénieur des mines, et après que le maire et le conseil municipal de la ville, ainsi que les propriétaires intéressés, auront été entendus. Cette autorisation sera refusée, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, la conservation des habitans et celle des édifices. »

Mines de
houille de
Saint-
Étienne.