

ANNALES  
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES,

ET SUR LES SCIENCES QUI S'Y RAPPORTENT ;

*Rédigées par le Conseil général des Mines,*

PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Conseiller d'Etat, Directeur général des  
Ponts et Chaussées et des Mines.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME II.

A PARIS,

Chez TREUTTEL et WÜRTZ, Libraires, rue de Bourbon,  
n°. 17; et même Maison de Commerce,

A LONDRES, 30 Soho-Square, et à STRASBOURG, rue des  
Serruriers, n°. 3.

1827.



NOUVEL AVIS  
A MM. LES SOUSCRIPTEURS.

Il a été décidé que la *première série* des *Annales des Mines* se terminerait avec le volume XIII. Une table analytique des matières contenues dans cette série en formera le quatorzième volume.

D'après cette décision, le présent volume est le *second de la deuxième série*.

Les *Annales des Mines* continueront de paraître, de *deux mois en deux mois*, par livraisons, dont chacune comprendra, au moins, *dix feuilles* d'impression.

Les six livraisons d'une même année formeront *deux volumes*. On y joindra les tableaux, cartes et planches nécessaires à l'intelligence du texte.

Le prix de la souscription sera toujours de *vingt francs*, par an, pour Paris, et de *vingt-quatre francs* pour les Départemens.

On s'abonne, à Paris, chez MM. Treuttel et Würtz, libraires, rue de Bourbon, n<sup>o</sup>. 17, ainsi que dans leurs maisons établies à Londres, 30 Soho-Square, et à Strasbourg, rue des Serruriers, n<sup>o</sup>. 3.

On a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, à titre d'échange, aux Rédacteurs des ouvrages périodiques qui sont relatifs aux sciences et aux arts.

Paris. — Imprimerie de Madame Huzard (née Vallat la Chapelle),  
rue de l'Eperon, n<sup>o</sup>. 7.

SUITE DE LA NOTICE

SUR

LA FABRICATION

DE

LA FONTE ET DU FER EN ANGLETERRE,

PRÉCÉDÉE

D'UN APERÇU SUR LES DIFFÉRENS DÉPÔTS HOUILLERS  
DE CE PAYS ;

PAR MM. DUFRÉNOY ET ÉLIE DE BEAUMONT,  
Ingénieurs au Corps royal des Mines (1).

DEUXIÈME PARTIE.

*De la fabrication de la fonte et du fer en  
Angleterre.*

§ 11. Nous avons dit dans la première partie de cette notice que l'emploi de la houille dans la fusion des minerais avait apporté une grande économie dans la production de la fonte.

L'affinage du fer au moyen de la houille est également beaucoup moins coûteux. La substitution de la houille au charbon de bois dans cette seconde opération n'a pas moins contribué que dans la première à donner un développement immense à la fabrication du fer en Angleterre ; ce procédé ferait abandonner presque partout le travail au charbon de bois, si le fer que produit ce dernier n'était supérieur en qualité : aussi, sommes-nous convaincus que le moment n'est peut-être pas très-éloigné où il s'établira

(1) Voir le commencement de cette Notice, 2<sup>e</sup>. série, tome 1<sup>er</sup>., 3<sup>e</sup>. livraison 1827.

une différence notable dans les prix des fers obtenus par ces deux procédés.

La supériorité du fer obtenu par l'affinage au charbon de bois sur celui que produit l'affinage à la houille est tellement certaine, que les Anglais eux-mêmes n'emploient pour la fabrication de l'acier que du fer de Suède et de Russie obtenu avec du charbon de bois résineux ; ils emploient de même du fer obtenu avec du charbon de bois pour la fabrication du fer-blanc. A la vérité, dans les usines à fer d'Angleterre où l'on prépare la tôle pour la fabrication du fer-blanc, on se sert d'un procédé d'affinage mixte, qui consiste à affiner le fer au charbon de bois et à le laminer à la houille.

Avant de décrire les procédés suivis dans ces deux genres d'opérations, nous croyons devoir donner quelques détails historiques sur la marche graduelle des perfectionnemens qui se sont introduits depuis soixante ans dans ce genre d'industrie et qui l'ont amené au point où il est aujourd'hui.

Ces détails sont principalement extraits d'un article sur le fer, publié dans le *Supplément de l'Encyclopédie* d'Edimbourg, en 1821

§ 12. En 1740, le traitement du fer avait lieu, en Angleterre, entièrement au charbon de bois. Les minerais qu'on employait étaient principalement des hématites brunes et rouges. On fondait aussi des mines terreuses; mais il ne paraît pas qu'on connût alors les minerais de fer carbonaté des houillères, presque les seuls employés actuellement en Angleterre. A cette époque, il existait cinquante-neuf hauts-fourneaux, dont le produit annuel était de 17,350 tonnes de fonte. Ce qui donne, pour chaque fourneau, un pro-

duit de 294<sup>ton</sup>,11 par an, et pour chaque semaine 5<sup>ton</sup>,13.

En 1788, on avait déjà fait beaucoup d'essais pour fondre le minerai de fer avec la houille, et il n'existait plus que vingt-quatre hauts-fourneaux au charbon de bois, produisant ensemble 15,100 tonnes de fonte. Ce qui donne pour chaque haut-fourneau un produit par an de 546<sup>ton</sup>,16, ou par semaine de 10<sup>ton</sup>,95.

On remarque ici une augmentation considérable dans le produit de chaque fourneau, qui, de 5<sup>ton</sup>,13 a été porté à 10<sup>ton</sup>,95, c'est-à-dire à plus du double. Cette augmentation a été obtenue en partie par la substitution aux soufflets en bois des machines soufflantes à piston, auxquelles on a appliqué des machines à vapeur, comme moteurs.

Cinquante-trois hauts-fourneaux marchant à la houille étaient déjà en activité. Ils donnaient ensemble 48,800 tonnes de fer; ce qui porte le produit annuel de chaque fourneau à 907 tonnes, et celui par semaine à 17<sup>ton</sup>,45. La quantité de fonte produite dans cette année, au moyen de la houille, était donc de . . . 48,800 tonn. Celle au charbon de bois, de . . . 13,100

TOTAL . . . 61,900

En 1796, le travail au charbon de bois était à peu près complètement abandonné; le recensement exécuté par les ordres de M. Pitt pour établir les impôts sur la fabrication du fer, a donné les résultats suivans :

121 hauts-fourneaux, donnant ensemble par an . . . . . 124,879 tonnes;

Ce qui fait, pour chaque fourneau, un produit de 1032 tonnes par an.

En 1802, il y avait 168 hauts-fourneaux, dont le produit était estimé à 170,000 tonnes.

En 1806, ce produit était de 250,000 tonnes, il y avait alors 227 hauts-fourneaux à la houille, dont 159 seulement en activité à-la-fois.

Ces hauts-fourneaux étaient répartis ainsi :

Dans la principauté de Galles. . . . .	52
Dans le Staffordshire. . . . .	42
Dans le Shropshire. . . . .	42
Dans le Derbyshire. . . . .	17
Dans l'Yorckshire. . . . .	28
Dans les comtés de Gloucester, Monmouth, Leicester, Lancaster, Cumberland et Northumberland. . . . .	18
En Écosse . . . . .	28

227

En 1820, la fabrication avait pris l'accroissement considérable que présente le tableau suivant :

Le pays de Galles fabriquait. . . . .	150,000 ton.
Le Shropshire et le Staffordshire. . . . .	180,000
L'Yorckshire et le Derbyshire. . . . .	50,000
L'Écosse et autres lieux. . . . .	20,000

TOTAL . . . . . 400,000

Cette fabrication, quoique immense, s'est encore accrue dans les années suivantes. En 1823, lors de notre passage à Dudley, on construisait plusieurs nouveaux hauts-fourneaux, quoique déjà il en existât plus de soixante-douze dans une étendue qui n'avait pas plus de 2 lieues de rayon. Dans un travail très-important, que M. Héron de Villefosse vient de publier sous le titre de *Mémoire sur l'état actuel des usines à fer de la France*, nous trouvons qu'en 1826 il existait en Angleterre trois cent cinq hauts-fourneaux, savoir :

Dans la principauté de Galles. . . . .	87
Dans le Staffordshire. . . . .	78
Dans le Shropshire, le Derbyshire, l'Yorckshire et plusieurs autres comtés. . . . .	84
En Écosse. . . . .	56

305

Sur ce nombre, deux cent quatre-vingts sont en activité à-la-fois, et en supposant que leur produit moyen soit de 50 tonnes par semaine, le produit total aurait été, en 1826, de 728,000 tonnes équivalant à 7,395,315 quintaux métriques. Cette évaluation paraît être un peu au-dessus de la vérité : d'après les renseignements communiqués par M. Phillip Taylor à M. Achille Charper, l'un de nos maîtres de forges les plus instruits, qui, dans l'été de 1826, a visité les deux tiers des hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne, leur produit pendant cette année a été d'environ 600,000 tonnes.

§ 13. On voit par ces détails les accroissements successifs que la fabrication de la fonte a éprouvés. Il en a été de même de l'affinage du fer. Cette opération, qui avait lieu anciennement au moyen du charbon de bois, s'exécutait dans des affineries analogues à celles dont on se sert communément en France. Ce combustible diminuant progressivement, on essaya de le mélanger avec du coke en proportion plus ou moins grande. Dans cette espèce de passage du travail du fer avec du charbon de bois au travail du fer avec la houille, le traitement consistait en trois opérations. Le métal obtenu de la première, qui était un raffinage, était porté sous un marteau pesant cinq ou six mille kilogrammes, et avec lequel on en faisait des espèces de plaques.

Historique de l'affinage du fer à la houille.

Affinage au bois et à la houille mélangée.

appelées *stamp-iron*; ces plaques étaient brisées en plusieurs morceaux et triées suivant la qualité. Les morceaux qui présentaient encore l'aspect de la fonte appelée *raw* étaient soumis de nouveau à la première opération. Quant à ceux dont l'affinage était assez avancé, on en formait des piles de 50 à 60 livres, que l'on disposait sur une pierre de grès ou sur une plaque d'argile. On plaçait ces piles sur la sole d'un fourneau à réverbère alimenté par la flamme d'un feu de houille (1); quand la température était assez élevée pour que le fer pût se souder, on prenait une de ces masses de fer avec une tenaille, et on la portait sous le marteau dont nous venons de parler. On l'étirait en barres courtes et épaisses, analogues à ce que, dans les forges de France, nous appelons *pièces*. Ces barres, désignées par le mot de *bloom*, après avoir été chauffées de nouveau dans un *feu de chaufferie*, étaient forgées en barres, au moyen d'un marteau moins pesant que le premier, et qui frappait à coups plus réitérés.

Cette méthode mixte fut employée pendant plusieurs années, le fer qu'elle produisait était fort et généralement très-dur; elle procurait déjà un grand avantage, en diminuant la consommation de charbon de bois; mais elle en exigeait cependant encore une assez grande quantité; elle avait en outre l'inconvénient de demander beaucoup

(1) M. Chaper a encore vu l'été dernier cet ancien procédé en activité dans l'usine de Beaufort (pays de Galles), appartenant à M. Jones, mais on était prêt à l'abandonner. On se sert encore d'un procédé analogue pour affiner la vieille ferraille. Nous l'avons vu pratiquer à Sheffield.

de temps : de sorte qu'un établissement qui pouvait livrer au commerce 20 tonnes de fer en barres par semaine était regardé comme considérable. L'Angleterre était alors loin de fabriquer assez de fer pour sa consommation. On en importait annuellement de Suède et de Russie l'énorme quantité de 70,000 tonnes (environ 70,000 milliers métriques).

M. Cort, auquel on doit la méthode actuellement en usage en Angleterre, parvint alors, après beaucoup d'essais infructueux, à convertir la fonte en fer, en l'exposant sur la sole d'un fourneau à réverbère à l'action de la flamme de la houille. Cette méthode, qui avait l'avantage de n'employer que ce seul combustible, simplifiait en outre beaucoup le traitement, parce qu'elle n'exigeait plus de machines soufflantes. Cet affinage au fourneau à réverbère seul était encore loin de produire le résultat désiré. Il était peu régulier : tantôt la perte en fer était très-petite, d'autres fois au contraire elle était considérable. La quantité de combustible brûlé variait également beaucoup, ainsi que la qualité du fer. M. Cort parvint à éviter cette incertitude, en faisant précéder le travail du fourneau à réverbère, qu'il appela *puddling*, par une espèce de raffinage au coke. Le but de cette opération était de décarburer la fonte et de la préparer à devenir malléable. Le métal prenait alors le nom de *finer metal*, métal plus fin, que l'on appelle pour abrégé FINE-METAL.

Il remplaça en outre le cinglage au marteau par l'étirage au cylindre, procédé qui accéléra beaucoup la fabrication du fer.

Le fer provenant de l'opération du puddling

était d'une qualité très-inférieure, et ne pouvait être employé directement dans les arts. On imagina, pour lui donner plus de consistance, de lui faire subir une seconde chauffe dans un fourneau à réverbère : aussitôt que cette méthode fut parvenue à un assez haut degré de perfection pour donner des produits susceptibles d'entrer avec avantage dans le commerce, elle fut employée exclusivement en Angleterre et en Écosse. La rapidité avec laquelle on peut fabriquer le fer par ce procédé, et surtout la faculté de n'employer que de la houille, soit à l'état naturel, soit carbonisée, dans un pays où ce combustible minéral est répandu avec tant de profusion, causèrent une augmentation considérable dans le nombre des hauts-fourneaux et des usines à fer. Cette nouvelle méthode de transformer la fonte en fer prit une extension telle dans la Grande-Bretagne, qu'aujourd'hui une seule usine, celle de Cyfarthfa dans le pays de Galles, fabrique annuellement plus de deux fois autant de fer que l'on en fabriquait annuellement de 1740 à 1750 dans tout le Royaume-Uni.

Plusieurs usines à fer construites sur une échelle beaucoup moins grande livrent au commerce de 200 à 300 tonnes de fer en barres par semaine, et il y en a très-peu qui ne produisent pas de 100 à 150 tonnes.

Nous terminerons cet aperçu historique en exprimant le regret qu'un homme comme M. Cort, qui a dépensé presque toute sa fortune à perfectionner une industrie, actuellement une des sources de prospérité de l'Angleterre, n'ait pas reçu la récompense due à un si important service, et que son nom soit à peine cité dans

quelques ouvrages sur le traitement du fer. En parcourant les perfectionnemens que le travail du fer a éprouvés en Angleterre depuis soixante ans, nous avons vu qu'ils se divisaient en deux ; les uns, relatifs à la fusion des minerais ; les autres, à la transformation de la fonte en fer forgé : nous sommes donc conduits naturellement à faire deux divisions dans ce que nous avons à exposer sur le travail du fer.

Dans la première, intitulée *De la fabrication de la fonte par le coke*, nous décrirons les hauts-fourneaux employés en Angleterre, le grillage du minerai, la fabrication du coke et le travail des hauts-fourneaux.

Dans la seconde, qui aura pour objet l'*affinage de la fonte par les procédés anglais*, nous ferons connaître les différens fourneaux ainsi que les mécanismes employés dans ce travail, et les opérations auxquelles on soumet la fonte pour la transformer en fer malléable.

Enfin, nous ajouterons une troisième division, dans laquelle nous ferons une *comparaison entre la fabrication de la fonte et du fer au charbon de bois et celle à la houille*. Nous la terminerons par un aperçu des dépenses nécessaires pour la construction des usines de ce genre.

### 1. Fabrication de la fonte par le coke.

§ 14. La fonte que produisent les hauts-fourneaux anglais est en général noire et très-douce ; on en distingue cependant plusieurs qualités, ordinairement trois, savoir :

N<sup>o</sup>. 1. *Fonte très-noire*, à gros grains arrondis, qu'on obtient ordinairement dans le commence-

Variétés de fonte obtenues au coke.

ment du fondage quand on n'et encore un excès de charbon; en coulant, elle paraît pâteuse et jette des étincelles bleues. Elle présente une surface où semblent se développer avec une grande rapidité des végétations en rameaux très-fins; elle se fige très-lentement; sa surface, refroidie, est unie, concave, et souvent chargée de graphite; elle est peu tenace, très-tendre, et ne peut recevoir qu'un poli terne. Elle n'est pas employée avec succès en première fusion; mais, étant refondue, elle passe au n<sup>o</sup>. 2.

N<sup>o</sup>. 2. *Fonte noire*, mais d'une teinte plus claire que la précédente, et que, par comparaison, on peut appeler grise. Elle est à moins gros grains que la fonte n<sup>o</sup>. 1, très-tenace, facile à tourner, à limer et à polir, excellente pour les moulages lorsqu'elle se rapproche du n<sup>o</sup>. 1, et pour la fabrication du fer en barres lorsqu'elle est au contraire d'une teinte un peu claire: c'est toujours celle qu'on cherche à obtenir en y produisant, suivant l'usage auquel on la destine, les modifications que nous venons d'indiquer; si on la refond successivement un trop grand nombre de fois, elle passe au n<sup>o</sup>. 3.

N<sup>o</sup>. 3. *Fonte blanche*, cassante, qui résulte toujours d'un dérangement dans la marche du fourneau; elle coule mal, jette en coulant des étincelles très-nombreuses, vives et blanches, se fige très-vite: refroidie, elle offre à sa surface des aspérités irrégulières qui la rendent extrêmement raboteuse; elle est très-cassante et présente une cassure lamelleuse et rayonnée; elle est tellement dure que l'acier trempé ne peut l'attaquer. On ne s'en sert jamais pour le moulage; soumise à l'affinage, elle ne donne qu'un mauvais fer.

C'est probablement la nature différente de la fonte obtenue dans les diverses contrées de l'Angleterre, qui fait que le Staffordshire et le Shropshire fournissent presque toute la fonte moulée, tandis que le pays de Galles fabrique presque exclusivement du fer. Le prix moins élevé du combustible dans le pays de Galles entre peut-être aussi pour beaucoup dans cette différence entre les produits des usines de ces deux contrées.

Ayant en l'occasion de suivre avec quelque détail le travail du fer dans le Staffordshire et le pays de Galles, nous allons décrire séparément les procédés qui y sont suivis et qui diffèrent en plusieurs points. Nous commencerons par indiquer la forme des hauts-fourneaux dont on fait usage dans les deux contrées, et celle des fourneaux de grillage, dont on se sert seulement dans la seconde.

§ 15. (*Forme des hauts - fourneaux dans le Staffordshire.*) Les hauts-fourneaux des environs de Dudley, de Bilston et de Wednesbury sont construits presque entièrement en briques. Leur forme extérieure est souvent celle d'un cône, souvent aussi ce sont des pyramides à base carrée. Ils sont reliés par un grand nombre de cercles de fer, comme on le voit dans les Pl. 1 et 2, ou par des barres de fer placées à différentes hauteurs. Cette forte armure permet de donner au massif des fourneaux beaucoup moins d'épaisseur qu'on ne le fait habituellement en France: aussi leurs formes sont-elles plus légères et plus élégantes. Il est rare que ces fourneaux soient isolés. Ils sont réunis deux ou trois ensemble et placés généralement sur la même ligne. La

HISTOIRE  
9710947610

Hauts-four-  
neaux du  
Stafford-  
shire.

Leur forme  
extérieure.

206  
722727101

lets siliceux et d'une pâte de même nature. Les couches inférieures du terrain houiller, désignées par les Anglais sous le nom de *millstone grit*, fournissent souvent ces matériaux très-réfractaires. Le fond du creuset est formé par une large pierre de la même nature, qui repose sur une plaque de fonte.

La seconde partie, que nous désignons en français sous le nom d'*ouvrage*, est aussi généralement en grès réfractaire. Sa forme est celle d'une pyramide quadrangulaire, qui se rapproche beaucoup d'un prisme par la petitesse de l'angle compris entre les faces et l'axe.

Les *étalages*, qui forment la troisième partie, sont coniques; mais ici la surface est beaucoup plus évasée; l'inclinaison des étalages paraît avoir une grande influence sur la qualité de fonte qu'elle obtient. Lorsqu'un fourneau doit donner de la fonte n°. 2, la plus noire, propre au moulage, l'inclinaison des étalages est en général moins considérable que lorsqu'on veut fabriquer de la fonte n°. 2, moins noire, pour la transformer en fer. D'après les renseignements qu'a bien voulu nous communiquer M. Achille Chaper, qui a visité dans le plus grand détail les usines de ces contrées, l'inclinaison des étalages varie entre 55 et 60 degrés avec l'horizontale. Le diamètre supérieur des étalages, qui est égal à la largeur du ventre, varie de 3<sup>m</sup>,56 à 3<sup>m</sup>,96 (11 à 13 pieds anglais) de largeur (1). Les étalages se font ordinairement

(1) Nous ne pouvons indiquer ici que les limites des dimensions des fourneaux, attendu qu'elles varient suivant les usines; pour suppléer à ces données positives, que l'on recherche toujours, nous joignons à ce mémoire plu-

rement en briques. La Pl. 1 fait voir le mode particulier de construction de ces différentes parties.

Enfin la quatrième partie, qui forme environ les  $\frac{2}{3}$  de la hauteur du fourneau à partir du fond du creuset jusqu'au gueulard, présente la forme d'une surface de révolution engendrée par une courbe dont la concavité est tournée vers l'axe, et dont la dernière tangente vers le bas est presque verticale. Cette surface est raccordée avec celle des étalages, de manière à ce qu'il n'y ait pas d'angle trop aigu au ventre. Dans quelques fourneaux dont les dimensions sont considérables, comme dans le fourneau à trois tuyères, dont nous donnons le dessin, *fig. 1* et 2, Pl. 2, cette partie du fourneau est cylindrique sur une certaine hauteur.

La paroi intérieure ou *chemise* du fourneau est construite en briques réfractaires, dont la cou-

sieurs plans exacts de hauts-fourneaux (Pl. 1 et 2), donnant généralement de bons résultats, nous indiquons en outre ici la comparaison des dimensions de cinq hauts-fourneaux.

Hauteur du creuset au gueulard.....	13 <sup>m</sup> ,680	15 <sup>m</sup> ,868	13 <sup>m</sup> ,680	14 <sup>m</sup> ,904	13 <sup>m</sup> ,072
Hauteur du creuset...	1 <sup>m</sup> ,976	2 <sup>m</sup> ,128	1 <sup>m</sup> ,880	2 <sup>m</sup> ,100	2 <sup>m</sup> ,128
— des étalages....	2 <sup>m</sup> ,432	2 <sup>m</sup> ,432	2 <sup>m</sup> ,280	1 <sup>m</sup> ,803	2 <sup>m</sup> ,432
— de la cuve.....	9 <sup>m</sup> ,272	11 <sup>m</sup> ,248	9 <sup>m</sup> ,524	11 <sup>m</sup> ,001	8 <sup>m</sup> ,512
— de la cheminée..	2 <sup>m</sup> ,432	2 <sup>m</sup> ,432	3 <sup>m</sup> ,648	3 <sup>m</sup> ,904	3 <sup>m</sup> ,040
Largeur du creuset à sa partie inférieure....	0 <sup>m</sup> ,760	0 <sup>m</sup> ,760	0 <sup>m</sup> ,729	0 <sup>m</sup> ,605	0 <sup>m</sup> ,608
— à sa partie supér.	0 <sup>m</sup> ,913	0 <sup>m</sup> ,913	0 <sup>m</sup> ,860	0 <sup>m</sup> ,802	0 <sup>m</sup> ,756
— des étalages....	3 <sup>m</sup> ,891	4 <sup>m</sup> ,077	4 <sup>m</sup> ,560	4 <sup>m</sup> ,102	3 <sup>m</sup> ,952
— au tiers de la cuve.	3 <sup>m</sup> ,648	3 <sup>m</sup> ,952	3 <sup>m</sup> ,648	3 <sup>m</sup> ,513	»
— aux deux tiers...	2 <sup>m</sup> ,675	2 <sup>m</sup> ,736	2 <sup>m</sup> ,432	2 <sup>m</sup> ,905	»
— au gueulard....	1 <sup>m</sup> ,368	1 <sup>m</sup> ,520	1 <sup>m</sup> ,371	1 <sup>m</sup> ,156	1 <sup>m</sup> ,013
Inclinais. des étalages.	59°	58°	57°	52°	60°



leur blanche après la cuisson a fait donner à cette paroi le nom de *white-work* (ouvrage blanc). Elle est isolée du massif du fourneau par une couche d'argile ou de scories pilées, qui a le double but de permettre à la paroi intérieure de se dilater et de pouvoir être réparée sans faire éprouver d'altération au massif du fourneau. C'est aussi pour cette raison qu'on met une forte plaque de fonte à la jonction des étalages et de la chemise supérieure. On fait souvent reposer la chemise du fourneau sur une espèce de banquette, que l'on ménage, dans la construction du massif extérieur, à la hauteur du haut de l'ouvrage.

Des tuyères.

§ 19. Les hauts-fourneaux du Staffordshire ont toujours au moins deux tuyères. Elles sont placées sur des faces opposées, mais de manière que les vents ne se dirigent pas suivant des lignes directement opposées. Dans le fourneau des environs de Dudley, représenté *fig. 3* et 4, Pl. 2, l'une d'elles était éloignée de la rustine ou paroi postérieure du creuset de 0<sup>m</sup>,304, et l'autre de 0,126. Dans les autres fourneaux, *fig. 1* et 2, Pl. 2, elles sont placées, l'une, à 0<sup>m</sup>,380, et l'autre à 0<sup>m</sup>,202 de la rustine.

Il existe des fourneaux qui ont trois tuyères, nous en avons vu plusieurs; mais ils ne recevaient alors de vent que par deux. Nous croyons, sans oser l'affirmer, qu'on emploie rarement les trois tuyères simultanément, du moins dans le cas d'une marche régulière. On ne se sert de la troisième que lorsque le fourneau est engorgé et qu'il est nécessaire d'y produire une augmentation de combustion ou une secousse.

Nous n'entrerons pas dans les détails sur la construction des hauts-fourneaux. Nous dirons

seulement qu'on ne peut prendre trop de précaution pour la solidité des fondations. Il faut construire les fourneaux, si le terrain le requiert, sur pilotis, et les placer de manière que le canal pratiqué au bas pour l'assèchement du massif soit au-dessus du niveau des eaux. On ménage aussi dans le massif des canaux pour l'évaporation de l'eau, qui existe toujours dans la maçonnerie.

En Staffordshire, la construction d'un haut-fourneau coûte 1,000 livres sterling (ou 25,200 francs). On y emploie 500,000 briques à 1 livre sterling 5 shillings ou (31 fr. 50 c.) le mille. A Horseley, les briques ont 0<sup>m</sup>,3546 (14 pouces anglais de long, 0<sup>m</sup>,1773 (7 pouces) de large, et 0<sup>m</sup>,0886 (3 pouces  $\frac{1}{2}$ ) d'épaisseur.

§ 20. Les machines soufflantes employées dans le Staffordshire sont en général des cylindres en fonte, dans lesquels se meut un piston métallique aussi exactement calibré que ceux des machines à vapeur, et fait de la même manière; vers le haut et le bas de ces cylindres souffleurs, sont pratiquées des ouvertures recouvertes de soupapes, qui s'ouvrent en dedans lorsque le vide se fait dans l'intérieur du cylindre, et se referment par leur propre poids. Des ajutages portent dans le régulateur à eau, *fig. 1* et 2, Pl. 1, le vent que le piston produit en descendant ou en montant; ces machines sont toujours à double effet.

La pression que doit supporter l'air varie dans des proportions très-considérables, suivant la nature du combustible, et même suivant la saison: ainsi en été, l'air étant plus raréfié, il faut qu'il sorte avec une pression plus grande. Les limites sont 1 liv.  $\frac{1}{2}$  à 3 liv.  $\frac{1}{2}$  par pouce carré. Il est as-

Des machines soufflantes.

sez rare que ces proportions extrêmes soient employées. Dans le Staffordshire, la pression est ordinairement de 3 livres : c'est avec cette pression que marche habituellement le fourneau représenté par les *fig.* 3 et 4, Pl. 2, qui donne 60 tonnes de fonte par 24 heures. Elle est ordinairement de 2 liv.  $\frac{1}{2}$  dans le fourneau à trois tuyères, *fig.* 1 et 2, Pl. 2, que nous avons cité ci-dessus; les orifices par lesquels sort le vent varient avec la nature du charbon et du minerai. Dans le Staffordshire, ils ont assez généralement 2 pouces  $\frac{5}{10}$  à 2 pouces  $\frac{8}{10}$  de diamètre.

Force motrice nécessaire pour faire marcher un fourneau.

Les machines soufflantes du Staffordshire sont constamment mises en mouvement par des machines à vapeur : à l'usine de M. Bagnall, deux hauts-fourneaux de 12<sup>m</sup>, 16 de haut, non compris la cheminée (quarante pieds anglais), et deux fineries, sont alimentés par une machine à vapeur de la force de quarante chevaux. La force d'un cheval employé à souffler tant les hauts-fourneaux que les fineries qui en dépendent répond à la production de 2 tonnes  $\frac{1}{2}$  de fonte par semaine : n'ayant pas les dimensions du cylindre soufflant, nous ne savons pas à quelle quantité d'air cette force répond.

Des fourneaux de grillage du pays de Galles.

§ 21. (*Forme des fourneaux de grillage dans le pays de Galles.*) Dans le sud du pays de Galles, et notamment dans les environs de Merthyr-Tydvil, le pays étant hérissé de monticules, l'extraction du minerai de fer et de la houille a souvent lieu à des niveaux élevés; les maîtres de forge de ce pays ont profité des avantages que leur présentait le terrain, pour disposer leurs établissemens par gradins, de manière que les matières premières employées dans leurs fourneaux et les

produits de ceux-ci ne soient jamais obligés de remonter en arrière.

Les hauts-fourneaux, généralement réunis plusieurs ensemble et adossés aux flancs des collines, ont leur gueulard au niveau d'une terrasse, bordée elle-même par un rang de fourneaux de grillage. Le gueulard de ceux-ci est au niveau d'une seconde terrasse, plus élevée que la première de toute la hauteur des fourneaux de grillage et sur laquelle on fait le coke en plein air. Elle est en général elle-même à un niveau moins élevé que les galeries des mines dans lesquelles on exploite la houille et le minerai.

Quelquefois les différens fourneaux de grillage sont séparés les uns des autres, et dans ce cas chacun d'eux présente la forme d'un cylindre placé sur un cône renversé. Le cylindre a environ 1<sup>m</sup>,828 (6 pieds anglais) de diamètre sur autant de hauteur, et le cône environ 4 pieds de hauteur, avec une base égale à celle du cylindre vers le bas, ou la partie la plus étroite du cône renversé, se trouve une ouverture, qui débouche dans une embrasure de niveau avec la terrasse inférieure.

Quelquefois, au contraire, tous les fourneaux de grillage sont en quelque sorte réunis en un seul, qui présente une longue fosse d'environ 1<sup>m</sup>,828 (6 pieds anglais) de largeur, sur une profondeur égale et dont le fond offre une suite de pyramides quadrangulaires renversées, de 1<sup>m</sup> 828 de côté (6 pieds anglais), et de 1<sup>m</sup>,219 (4 pieds anglais) de profondeur; le bas ou la pointe de chacune de ces pyramides communique avec une embrasure qui s'ouvre sur la terrasse infé-

Des hauts-  
fourneaux  
du pays de  
Galles.

rieure, sur laquelle, aussi bien que dans le cas précédent, le minerai tombe à mesure qu'il est grillé, et sur laquelle on le prend pour le jeter dans les hauts-fourneaux, dont le gueulard n'est qu'à quelques mètres de distance.

Des hauts-  
fourneaux  
du pays de  
Galles.

§ 22. (*Forme des hauts-fourneaux dans le pays de Galles.*) Les hauts-fourneaux du pays de Galles sont en général de la plus grande dimension, c'est-à-dire de 15<sup>m</sup>,24 à 18<sup>m</sup>,28 (50 à 60 pieds) de hauteur totale, très-souvent 16<sup>m</sup>,75 (55 pieds anglais); leur forme extérieure ordinaire est celle d'une pyramide quadrangulaire, dont l'une des faces est masquée par son adossement à une colline. Ils sont en général bâtis en grès houiller à grain fin; dans la partie inférieure de cette pyramide existent trois ou quatre embrasures, une sur le devant pour la coulée, deux sur les côtés, et quelquefois une par derrière pour recevoir les buses de la machine soufflante. La chemise du fourneau, qui est circulaire et à-peu-près conique, est construite en briques réfractaires. Elle sert pendant plusieurs fondages: nous en avons vu démolir une qui durait depuis trente-huit ans. Elle a ordinairement 4<sup>m</sup>,250 (14 pieds anglais) aux étalages, et 1<sup>m</sup>,828 à 2<sup>m</sup>,438 (6 à 8 pieds) et même plus au gueulard, qui se trouve à 13<sup>m</sup>,71 ou 15<sup>m</sup>,24 (45 ou 50 pieds), du fond du creuset. Il est surmonté par une cheminée cylindrique, de même diamètre, et de 2<sup>m</sup>,458 à 3<sup>m</sup>,046 (8 à 10 pieds) de haut, qui, à sa partie inférieure, présente une ouverture rectangulaire dont le seuil est de niveau avec la terrasse qui environne les gueulards. Le creuset, généralement rectangulaire, se construit

en poudingue quarzeux très-réfractaire. On le refait, ainsi que l'ouvrage et les étalages, à chaque fondage.

On a construit dernièrement dans le pays de Galles, notamment à Dowlais et à Plymouth-Works, des fourneaux d'une forme différente de celle des fourneaux ordinaires et d'une capacité beaucoup plus grande. La hauteur totale est de 18<sup>m</sup>,28 (60 pieds anglais); celle des étalages n'est pas changée; mais sa largeur au ventre est de 5<sup>m</sup>,484 (18 pieds); la chemise est un cylindre de 5<sup>m</sup>,484 (18 pieds) de diamètre intérieur, surmonté d'une cheminée de même diamètre. Les étalages, l'ouvrage et le creuset sont circulaires. Il y a trois tuyères, dont d'une est opposée à l'orifice de la coulée, tandis que les deux autres sont placées, comme à l'ordinaire, sur les côtés. Ces nouveaux fourneaux consomment plus de combustible, de minerai et de vent, que les hauts-fourneaux ordinaires; mais ils donnent 80 tonnes de fonte par semaine, et leur emploi paraissait ne pas offrir de désavantage (1).

Dans le pays de Galles, notamment à Pontypool, il existe des fourneaux plus légers, dont la partie supérieure est composée soit d'un seul rang de briques, soit de deux rangs de briques.

Lorsqu'on n'emploie qu'un seul rang, les briques ont 20 ponces de long, 4 d'épaisseur et 9 de large.

Lorsqu'ils sont composés de deux rangs, les briques ont 14 ponces, 12 et 4  $\frac{1}{2}$ . Les deux rangs

(1) Nous avons appris que ces fourneaux à large gueulard sont abandonnés.

sont séparés par une petite couche d'argile réfractaire.

Les briques ont un côté circulaire. L'intérieur de ces fourneaux présente dans la partie supérieure la forme d'un cône renversé; la partie inférieure est la même que pour les autres fourneaux: c'est un massif de maçonnerie en briques reliées par du mortier de chaux, garni intérieurement d'une chemise de briques réfractaires de mêmes dimensions que celles de la partie supérieure du fourneau.

Le creuset est toujours formé de quatre pierres de grès réfractaire, provenant ordinairement des couches nommées *millstone-grit*.

Pour donner de la solidité à ces fourneaux et pour qu'ils soient capables de résister à la chaleur intense qui est produite dans leur intérieur, ils sont armés de cercles horizontaux, *fig. 10*, Pl. 2, placés de 3 pieds en 3 pieds, ou même beaucoup plus près, par exemple de 6 pouces en 6 pouces. Ces cercles sont composés de quatre pièces, qui s'assemblent sur des barres de fer verticales, portant des espèces d'oreilles ou anneaux, dans lesquels les cercles entrent et où ils sont retenus par des clavettes, comme on le voit *fig. 11*, Pl. 2. Au lieu d'oreilles, on se sert également de vis et d'écrous pour faire cet assemblage. Les cercles s'assemblent alternativement sur chaque barre verticale, au nombre de huit.

L'intérieur de ces fourneaux est le même que celui des autres fourneaux. Ils ont généralement de 12 à 14 pieds de diamètre au ventre, et 50 à 55 pieds de haut.

Ce genre de construction présente des avan-

tages qui paraissent importans: ils donnent beaucoup de légèreté aux fourneaux.

Ces fourneaux durent aussi long-temps que ceux composés de deux massifs, l'un extérieur et l'autre intérieur. M. de Granville, qui nous a communiqué ces détails, nous a dit qu'il connaissait deux de ces fourneaux en feu depuis plus de trois ans, et dont la marche faisait présumer qu'ils pourraient servir encore plus d'une année.

On voit, par les détails qui précèdent, que, dans le sud du pays de Galles, les hauts-fourneaux ont généralement des dimensions plus grandes que dans le Staffordshire: cela tient peut-être en partie à ce que les établissemens du pays de Galles sont moins nombreux et plus considérables que ceux des environs de Dudley et de Bilston, à ce que les matériaux de construction sont beaucoup moins chers dans le pays de Galles, et peut-être aussi à la qualité du combustible; mais cela tient probablement encore plus à la différence qui existe entre les formes et les proportions intérieures des fourneaux dans les deux contrées, différence qui est en rapport avec les usages que l'on fait de leurs produits. Dans le pays de Galles, où toute la fonte est destinée à être affinée, on vise sur-tout à l'abondance du produit, et l'on donne aux fourneaux de grandes dimensions et principalement une grande hauteur. Dans le Staffordshire, où une partie de la fonte est employée en moulerie, on cherche à n'en obtenir que d'une qualité propre à cet usage, et on donne aux fourneaux moins de hauteur que dans le pays de Galles, sans diminuer proportionnellement leur largeur.

§ 23. Le vent est donné dans le pays de Galles,

comme dans le Staffordshire, par des machines soufflantes cylindriques à double effet, mises en mouvement par des machines à vapeur ou par des roues hydrauliques. Plusieurs de ces machines soufflantes sont mues par des machines à vapeur à double effet, construites sur le principe ordinaire de celles de *Bolton* et de *Watt*. Il y a le plus souvent trois chaudières, dont deux sont toujours employées et la troisième en réparation. Elles sont en fer forgé et très-allongées. Le cylindre à vent est unique et à double effet, aussi long et plus large que le cylindre à vapeur. Les deux pistons sont attachés par des parallélogrammes aux deux extrémités d'un même balancier.

A l'usine de Pen-y-Darran, il existe une machine soufflante de cette espèce, mue par une machine à vapeur de quatre-vingts chevaux, dont le cylindre à air a 2<sup>m</sup>,438 (8 pieds anglais) de diamètre sur 2<sup>m</sup>,843 (9 pieds 4 pouces) de hauteur totale. Le piston a 2<sup>m</sup>,438 (8 pieds anglais) de course. Il fait quatorze levées par minute. En calculant la somme des espaces parcourus par le piston en une minute, et supposant que le volume de l'air lancé soit égal seulement à 0,96 de cette somme (ce qui n'a rien d'exagéré pour des machines exécutées avec autant de soin), on trouve que la machine soufflante dont nous occupons lance 10814 pieds anglais cubes, ou 306 mètres cubes d'air par minute.

Dans une soufflerie employée dans l'usine de Cyfarthfa, mue par une machine à vapeur de quatre-vingt-dix chevaux, le cylindre soufflant a 2<sup>m</sup>,843 (9 pieds 4 pouces anglais) de diamètre et 2<sup>m</sup>,539 (100 pouces) de hauteur. La course du

Dimensions  
de quelques  
souffleries.

piston est de 2<sup>m</sup>,438 (8 pieds), et le nombre de levées est de treize; ce qui donne, en calculant comme ci-dessus, une quantité d'air de 12588 pieds cubes, 356 mètres cubes par minute.

On voit par là que la force d'un cheval appliquée à des machines soufflantes de cette nature donne moyennement 137 pieds anglais cubes, ou 3,90 mètres cubes par minute.

La pression à laquelle l'air est soumis à sa sortie surpasse rarement, dans les usines du pays de Galles, 2 livres par pouce carré.

§ 24. A l'usine de Cyfarthfa, pour souffler sept hauts-fourneaux et les sept fineries correspondantes, on emploie trois machines à vapeur, l'une de quatre-vingt-dix chevaux, l'autre de quatre-vingts et la troisième de quarante; ce qui fait en tout une force de deux cent dix chevaux, ou 26  $\frac{2}{3}$  chevaux par haut-fourneau, en supposant que les fineries consomment  $\frac{1}{3}$  du vent. Dans l'ensemble des établissemens de M. Crawshay, propriétaire de cette usine, la force de trois cent cinquante chevaux environ est dépensée pour souffler douze hauts-fourneaux et les fineries correspondantes; ce qui, en admettant que les fineries consomment environ un huitième du vent, suppose que chaque fourneau dépense moyennement pour la production du vent qui lui est nécessaire une force de vingt-cinq à vingt-six chevaux.

A l'usine de Pen-y-Darran, appartenant à M. Forman, on consomme une force d'environ cent quarante chevaux pour souffler cinq hauts-fourneaux et les cinq fineries qui les accompagnent. Cette proportion est un peu moindre que celle employée dans les établissemens de

Rapport de  
la force dé-  
pensée et de  
la quantité  
de fonte  
produite.

M. Crawshay, et en effet les fourneaux de M. Foreman sont un peu moins grands.

Il résulte de ce qui précède que, dans le pays de Galles, pour souffler un haut-fourneau d'une hauteur moyenne totale de 55 pieds et une finerie, on emploie une force de vingt-huit à vingt-neuf chevaux; en supposant que le huitième du vent soit consommé par la finerie, il reste, pour chaque haut-fourneau, une force de vingt-cinq chevaux. Comme ces mêmes hauts-fourneaux produisent environ soixante tonnes de fonte par semaine, on voit que la force d'un cheval, employée à donner du vent tant aux hauts-fourneaux qu'aux fineries, correspond à la production de 2,10 tonnes de fonte par semaine.

Dans l'usine de Plymouth-Works à Merthyr-Tydvil, quatre hauts-fourneaux et quatre fineries reçoivent le vent d'une machine soufflante composée de quatre cylindres en fonte, ayant chacun 1<sup>m</sup>,525 (5 pieds) de diamètre intérieur et 1<sup>m</sup>,828 (6 pieds) de haut. Le nombre des coups de pistons est de dix-huit par minute. Les pistons sont mis en jeu par des roues hydrauliques. En calculant, comme il a été dit ci-dessus, la quantité d'air lancée par cette machine, et en supposant que les fineries en consomment  $\frac{1}{8}$ , on trouve que la quantité de vent lancée par minute dans chaque haut-fourneau est de 3,711 pieds cubes (105 mètres cubes). Comme cette machine est plus compliquée que les machines soufflantes mues par la vapeur, il est probable que ce résultat est un peu au-dessus de la vérité.

Si on suppose de même que dans les établissements de M. Crawshay et de M. Foreman, cités plus haut, les fineries consomment un huitième de

l'air lancé, on trouvera que chacun des hauts-fourneaux du premier consomme 3,567 pieds cubes (101 mètres cubes) d'air par minute, et chacun de ceux du second 3,324 pieds cubes, ou 94 mètres cubes d'air par minute.

*Traitement des minerais de fer en Staffordshire.*

§ 25. Nous avons dit, en parlant du bassin houiller du Staffordshire, que parmi les différents minerais de fer carbonaté qui se trouvent dans les argiles schisteuses du terrain houiller, on distinguait deux sortes principales. La première, appelée *gubbin*, qui y existe en boules ou en rognons peu aplatis, présente une cassure légèrement conchoïde, d'un gris noirâtre; la seconde, appelée *blue-flat*, forme des veines ou des rognons extrêmement aplatis; elle présente une cassure unie, d'un gris pâle ou d'un gris bleuâtre; elle est moins dense et moins riche que la première, qui contient quelquefois, mais très-rarement, jusqu'à 45 pour 100 de fer (1).

On admet comme minerais tout ce qui contient plus de 20 pour 100; on les paie, au sortir de la mine, à des prix qui varient avec leur qualité, et qui s'élèvent moyennement à 12 shillings (15 francs) la tonne pesant à-peu-près 1015 kilog. Le minerai riche, appelé *gubbin*, a valu jusqu'à 22 shillings (27 fr. 50 c.) la tonne dans ces dernières années. Dans le moment actuel, il ne coûte que 16 à 17 shillings (20 à 21 fr. 25 c.).

§ 26. Le minerai est soumis au grillage avant

Nature des minerais.

Prix du minerai.

Grillage du minerai.

(1) Nous avons essayé au Laboratoire de l'École royale des mines plusieurs minerais des houillères, pour en con-

d'être porté au haut-fourneau. Le grillage s'exécute en plein air. On forme des tas de minerai

naître la richesse. Nous joignons ici les résultats de ces essais :

*Minerais crus.*

	Minerai riche du pays de Galles.	Minerai peu riche du pays de Galles.	Minerai peu riche du pays de Galles.	Minerai riche (gubbin) des env. de Dudley, Staffordshire.
Porte au feu.....	30,00	27,00	24,33	31,00
Résidu insoluble...	8,40	22,03	31,50	7,66
Chaux.....	"	6,00	2,50	2,66
Peroxyde de fer....	60,00	42,66	42,83	58,33

En calculant les quantités de carbonate de fer et de fer métallique, auxquelles répond le peroxyde de fer, on a

Carbonate de fer...	88,77	65,09	62,56	85,20
Fer métallique.....	42,15	31,38	27,70	40,45

*Minerais grillés.*

	Minerai peu riche du pays de Galles.	Minerai du Staffordshire.
Résidu insoluble.....	27,70	27,55
Chaux.....	1,70	"
Alumine.....	4,70	1,20
Peroxyde de fer.....	62,40	71,00
	97,50	99,75
D'où fer métallique.....	43,38	49,23

En supposant que ces minerais ont perdu 28 pour 100 par le grillage, on trouve que le premier non grillé contient 31,23 de fer métallique et le second 35,87.

D'après ces essais, faits sur des minerais que nous avons recueillis sur des tas représentant les richesses extrêmes, on peut conclure que la richesse moyenne des minerais de fer carbonaté employés dans les usines s'éloigne peu de 33

mélangé de menue houille reposant sur une couche de gros morceaux de ce combustible. On donne à ces tas de 6 à 7 pieds de haut sur environ 15 à 20 de large. On met le feu à une extrémité; à mesure que le grillage s'opère à cette extrémité du tas, on allonge l'autre autant que la disposition des lieux le permet. Lorsque la chaleur devient trop forte en quelque point du tas de grillage, il se produit des scories, qui coulent et qui contiennent des portions de fer métallique. On évite de pousser la chaleur aussi loin; mais très-souvent la surface et les angles des fragmens éprouvent un commencement de fusion et deviennent bulleux.

On conduit le grillage de manière que le haut-fourneau ne manque jamais de minerai grillé, sans chercher à préparer d'avance une provision de ce dernier, comme cela se pratique dans beaucoup d'usines des Alpes, parce qu'ici il n'est pas nécessaire de laisser le minerai exposé à l'air entre le moment du grillage et celui de la fonte.

Il faut environ 4 quintaux ou 230 kilog. de menue houille pour griller une tonne ou 1,015 kilog. de minerai brut. Sur quelques mines, 2 tonnes de charbon grillent 16 tonnes de minerai.

Le minerai perd, dans l'opération du grillage, de 25 à 30 pour 100 de son poids. Il faut  $3\frac{1}{4}$  tonnes de minerai brut ou  $2\frac{1}{4}$  tonnes de mine-

pour 100. Trois de ces six essais ont été faits sur des minerais riches et les trois autres sur des minerais pauvres, et la moyenne des six résultats est 34,79 pour 100 du minerai cru.

Houille con-  
sommée dans  
le grillage.

rai grillé pour produire une tonne de fonte; c'est-à-dire que le minerai brut rend moyennement 30,7 pour 100 et le minerai grillé 44,4. Dans la plupart des usines, on emploie des volumes à-peu-près égaux des deux minerais grillés. On en varie les proportions suivant leur richesse, le but qu'on se propose étant d'avoir un mélange constant, dont la teneur soit de 30 à 33 pour 100 du minerai cru.

Mélange de minerais.

Quantité de castine.

§ 27. On se sert comme castine (*flux*) du calcaire de transition de Dudley, qui est compacte et plus ou moins mélangé d'argile. Le volume de la castine est à-peu-près égal à la moitié de celui du minerai. Pour traiter  $2\frac{1}{4}$  tonnes de minerai grillé, qui donnent une tonne de fonte, on emploie 19 quintaux, chacun de 112<sup>l. b.</sup> de pierre calcaire; ce qui fait à-peu-près 1 de calcaire pour 3 de minerai non grillé. Le calcaire coûte 6 shillings (7 fr. 30) la tonne.

Fabrication du coke.

§ 28. La houille carbonisée ou *coke* est le seul combustible employé dans les hauts-fourneaux du Staffordshire; sa fabrication se fait toujours à l'air libre; elle s'exécute si simplement, qu'on a de la peine à en concevoir les difficultés, qui sont cependant bien réelles, et que l'on éprouve dans toutes les usines où l'on introduit le traitement du minerai de fer à la houille. Pour carboniser la houille, on a coutume, dans ce pays, de la disposer en tas circulaires, à-peu-près semblables à ceux qu'on fait en France pour le charbon de bois. Ils ont environ 15 pieds (4<sup>m</sup>,569) de diamètre sur 4 pieds (1<sup>m</sup>,219) de hauteur. Leur milieu est occupé par une petite cheminée en briques, placées de manière à laisser quelques intervalles entre elles, sur-tout dans le bas. On

range les plus gros morceaux de houille autour de cette cheminée et les petits vers la circonférence. Lorsque le tas est arrangé, on y met le feu par la cheminée du milieu; pour empêcher que la combustion ne soit trop rapide, on recouvre ensuite le tout d'une couche de menue houille ou de menu coke. On y ménage des ouvertures, qu'on bouche et qu'on débouche à volonté, de manière à accélérer ou à ralentir la combustion, qui dure moyennement vingt-quatre heures. Lorsque la carbonisation est arrivée au point convenable pour obtenir du coke, on enlève la couche de menue houille et on jette de l'eau pour éteindre le coke. On croit, dans quelques usines, que la quantité de l'eau d'arrosage est très-importante pour obtenir un bon résultat.

Dans cette opération, la houille du Staffordshire perd la moitié de son poids, c'est-à-dire qu'il faut 2 tonnes de houille pour produire une tonne de coke.

La houille de première qualité vaut, rendue au fourneau, de 7 shillings  $\frac{1}{2}$  à 8 shillings (9 fr. 35 c. à 10 fr.) la tonne (1015<sup>k.</sup>). L'hectolitre de coke pèse 40 kilogrammes.

§ 29. La marche des hauts-fourneaux anglais est si régulière et si simple, qu'elle n'exige pas une longue description. Cette régularité tient à la constance de la nature des matières employées, on peut dire aussi que le grand nombre d'usines concentrées sur un même point a dû produire assez promptement un travail perfectionné. La mise en feu et les premiers jours de fonte d'un haut-fourneau exigent, comme partout, beaucoup de soin. Les précautions que l'on apporte dans ce commencement doivent même

Marche des hauts-fourneaux.



être encore plus grandes en Angleterre que dans les autres pays, le massif à sécher étant plus considérable, malgré la légèreté relative des hauts-fourneaux à coke comparés aux hauts-fourneaux au charbon de bois.

Lorsque le fourneau a pris une marche régulière, ce qui n'arrive au plus tôt que quinze jours à trois semaines après la mise en feu, le travail consiste, dans le Staffordshire, simplement à charger les hauts-fourneaux à mesure qu'il se fait au-dessous du gueulard un vide suffisant pour recevoir une nouvelle charge; on n'a d'autre règle à cet égard que de maintenir toujours le fourneau plein.

§ 30. Le coke se mesure au panier. Il en faut 13 pour faire une tonne. Le minéral et la castine s'apportent dans des espèces de vans en tôle. En vingt-quatre heures, on jette, dans les fourneaux pareils à celui représenté (*fig. 1 et 2, Pl. 2*),  $14\frac{1}{4}$  tonnes de coke, 16 tonnes de minéral grillé, et  $6\frac{3}{4}$  tonnes de pierre calcaire, et on obtient environ 7 tonnes de fonte. On coule de douze heures en douze heures : dans quelques usines, on arrête la machine soufflante pendant cette opération.

La fonte destinée à être convertie en *fine-metal*, puis en fer, ou à être refondue pour être moulée, est coulée en petits saumons de 3 pieds de long sur 4 pouces de diamètre : ils pèsent environ 2 quintaux  $\frac{1}{2}$  ou 144 kilogrammes. Les objets en fonte moulée se fabriquent le plus souvent en fonte de première fusion ; lorsqu'on a plusieurs fourneaux accolés, on peut obtenir des pièces très-considérables. Quand on veut qu'elles soient très-homogènes et résistantes, comme les cylindres de machines à vapeur et

autres objets (appelés *good-works* en anglais), on refond le métal dans des fourneaux à réverbère. Si les pièces à couler sont de petites dimensions, on se sert, pour la seconde fusion, de fourneaux à manche désignés sous le nom de *fourneaux à la Wilkinson*.

§ 31. Les dérangemens auxquels ces fourneaux sont sujets ont presque toujours pour effet de donner de la fonte blanche. La couleur des laitiers est le guide le plus sûr pour faire connaître ces dérangemens ; elle indique également la qualité des produits. Si le fourneau donne de la fonte propre au moulage, les laitiers sont d'une vitrification assez uniforme et faiblement translucides. Si on a augmenté la dose de minéral pour obtenir une fonte grise propre à la fabrication du fer, les laitiers sont opaques, lourds et d'un jaune verdâtre, présentant des zones émaillées bleuâtres. Enfin si le fourneau donne de la fonte blanche, les laitiers sont noirs, vitreux, très-bulleux, et dégagent une odeur d'hydrogène sulfuré. Les laitiers du travail au coke sont beaucoup plus chargés en chaux que ceux que l'on obtient au travail au charbon de bois. Cet excédant de chaux, ainsi que nous l'indiquerons plus en détail en parlant du travail des hauts-fourneaux dans le pays de Galles, paraît destiné à enlever le soufre, qui nuirait à la qualité de la fonte. Ces laitiers, lorsqu'ils sont opaques, donnent, quand on souffle dessus, une forte odeur terreuse. Ils sont ordinairement très-chargés en chaux.

§ 32. Un haut-fourneau de 50 à 60 pieds de hauteur totale donne ordinairement 60 et quelquefois 70 tonnes de fonte (60,900 et 71,106 kilogrammes) par semaine ; un haut-fourneau

Des dérangemens.

Nature des laitiers.

de 50 à 55 pieds anglais donne ordinairement 6 tonnes par semaine. Deux hauts-fourneaux accolés, de 45 pieds de haut, produisent, à eux deux, 100 tonnes de fonte par semaine; et un haut-fourneau de 36 pieds de hauteur totale en donne de 30 à 40.

Produit en fonte.

Le produit des hauts-fourneaux n'est pas toujours en rapport direct avec leur hauteur; d'autres conditions paraissent l'emporter en certains cas sur la capacité. M. le comte Achille de Jouffroy dit, « que le petit fourneau d'Old-Park » produit régulièrement chaque semaine, depuis » quatre ans, 55 tonnes de gueuse; tandis qu'un » fourneau de plus grandes dimensions, situé à » un mille de distance, près de Waterloo, en » fournit tout au plus 40 tonnes de qualité semblable dans le même espace de temps. »

Un haut-fourneau marche ordinairement quatre ou cinq ans sans mettre hors.

§ 33. Il faut moyennement, dans le Staffordshire, 3 tonnes  $\frac{1}{2}$  à 4 tonnes de houille, y compris le grillage, pour obtenir une tonne de fonte. On emploie 3 tonnes  $\frac{1}{4}$  de minéral cru, ou 2  $\frac{1}{4}$  de minéral grillé, et 19 quintaux de pierre calcaire.

La dépense, en main-d'œuvre, est de 18 à 19 francs par tonne.

Consommation pour 100 kilogr. de fonte.

Dans une usine des environs de Dudley où nous avons eu quelques facilités pour connaître les consommations et les produits, le quintal métrique de fonte occasionne les dépenses suivantes (1):

(1) M. Achille de Jouffroy, dans une note que nous avons déjà citée, dit que dans une usine du Staffordshire,

325 kilog. de minéral cru, à 1 f. 90 . . . . .	6 fr. 18 c.
140 kilog. de calcaire, à 0,72 . . . . .	1 »
300 kilog. de houille pour le haut-fourneau, à 0,90 . . . . .	2 70
30 kilog. de houille pour le grillage, à 0,90 . . . . .	» 27
Main-d'œuvre, à 1,80 . . . . .	2 »
Entretien et intérêt, etc., à 0,80 . . . . .	» 80

12 fr. 95 c.

Sur la mine de Donnington (Shropshire), les prix du charbon et des différens minerais de fer sont les suivans; et dans l'usine de Wrockwordine, qui appartient au même propriétaire, la dépense en minéral et en charbon est celle que nous allons indiquer ci-après.

Le charbon revient à 4 shillings 9 pences la tonne pesant 2,240 livres ou 1,015 kilogrammes. Le shilling vaut 1 fr. 25 cent.

composée de trois hauts-fourneaux, de deux feux d'affinerie et un moulin à fer, alimentée par une machine à vapeur de cent dix-huit chevaux, dont quatre-vingt-deux employés aux souffleries, six au halage du minéral au sommet des fourneaux, et 30 aux cylindres, les consommations et les produits pour six jours de travail, ou cent quarante-quatre heures, sont:

#### Consommations.

Minéral de fer, 5,500 quint. métriques, à 1 fr. 90 c. . . . .	10,450 fr.
Castine . . . . . à 0,72 . . . . .	1,485
Houille, 5,500 quintaux métriques . . . . . à 0,95 . . . . .	5,225
Main-d'œuvre . . . . .	1,227

TOTAL . . . . . 18,387 fr.

#### Produit.

Gueuse brute, 1,452 quintaux. En réduisant ces données

La tonne des différens minerais revient, pour celui appelé

	shillings.	fr. c.
Black-flat-iron. . . . .	16,25	— 20,43
Black. . . . .	16,17	— 20,35
Ball . . . . .	17,80	— 22,37
Pemmary. . . . .	17,30	— 21,74
Brickmeasure. . . . .	16,85	— 21,06
Sinking. . . . .	10,20	— 12,82

Le prix moyen de la tonne de ces différens minerais est donc de 15<sup>sh.</sup>76; ce qui met le quintal métrique à 1<sup>f.</sup>93. Un quintal métrique de fonte exige, dans l'usine de Wrockwordine :

	Le quint. m.	
300 kilogr. de minerai cru, à 1 <sup>f.</sup> 93	—	5f.79 c.
350 kilogr. de houille pour le haut-fourneau. . . . .	0,60	— 2,10
50 kilogr. pour la machine soufflante. . . . .	0,56	— 0,28
56 kilogr. pour griller le minerai. . . . .	0,56	— 0,31
100 kilogr. de castine, à. . . . .	0,51	— 0,51
Main-d'œuvre, à. . . . .	1,86	— 1,96
Intérêt de la mise de fonds, réparations, etc. (moyenne de trois années). . . . .		0,75

11.70 c.

à un quintal métrique, pour comparer avec le résultat précédent, on a :

Minerai, 379 kilog. à 1,90 le q. m.	7 f. 20 c.
Castine, 143 kilog. à 0,72. . . . .	1 02
Houille, 379 kilog. à 0,95. . . . .	3 60
Main-d'œuvre. . . . .	0 84

12 f. 66c.

La consommation en minerai, qui est ici de 385 kilogr. pour un quintal métrique de fer, nous paraît trop considé-

Les consommations étant du plus grand intérêt pour toutes les personnes qui s'occupent du travail du fer, nous ajouterons encore ici des données que nous avons trouvées dans un mémoire de M. Aikin, sur la fabrication du fer dans le Shropshire (1).

Il annonce que

91,41 de minerai brut + 22,85 de houille produisent 68,73 de minerai grillé ;  
68,73 de minerai grillé + 147,28 de houille (ou 73,64 de coke) + 17 de castine produisent 32,73 de fonte.

Ou, en réduisant en kilogrammes, un quintal métrique de fonte exige

279 kilogr. de minerai brut, ou 209 kilog. de minerai grillé ;  
61 kilogrammes de houille pour le grillage ;  
452 kilogr. de houille pour le haut-fourneau, ou 223 de coke ;  
52 kilogr. de castine.

On remarquera que la consommation en houille est considérable, ce qui tient à ce qu'elle perd beaucoup par la carbonisation.

*Traitement des minerais de fer dans le pays de Galles.*

§ 34. Les forges du pays de Galles se trouvent

able, le minerai rendant plutôt 30 pour 100 de fonte que 28. Le prix de la main-d'œuvre est au contraire trop peu élevé, la tonne de 1,015 kilog. coûtant de 15 à 16 shillings, c'est-à-dire de 19f.26 à 20 f.12; mais le résultat total approche beaucoup de la réalité.

(1) *Technical Repository*. Décembre 1826, page 334.

Nombre des hauts-fourneaux à Merthyr-Tydvil. dans le nord du comté de Glamorgan, sur la ligne qui va d'Abergavenny à Merthyr-Tydvil, et se prolonge dans la même direction jusqu'à la rivière de Neath. On compte, dans cette bande de 4 myriamètres de long sur une assez petite largeur, plus de soixante-dix hauts-fourneaux, dont vingt-sept se trouvent dans la paroisse de Merthyr-Tydvil. Il y a un demi-siècle, Merthyr-Tydvil, qui compte aujourd'hui 25,000 habitans, et livre annuellement au commerce 52,000 tonnes de fer forgé, n'était qu'un village très-pauvre.

Nature du minéral de fer. On traite presque uniquement, dans cette contrée, du fer carbonaté lithoïde, qui se trouve en rognons et en veines dans l'argile schisteuse du terrain bouiller, et qui s'exploite sur les pentes des collines, soit à ciel ouvert, soit par galeries, soit par puits et galeries. Le minéral le plus riche forme des rognons à surfaces arrondies, et à cassure conchoïde d'un gris noirâtre. Le minéral en veines aplaties est moins riche; sa cassure est unie et un peu terreuse. Le minéral, au sortir de la mine, demeure encore enveloppé d'un peu d'argile schisteuse. En cet état, on le range en tas rectangulaires, d'après le cubage desquels on paie provisoirement les ouvriers qui l'ont extrait. Le minéral ainsi exposé à l'air se dépouille promptement de l'argile schisteuse qui y adhère: celui de la variété la moins riche jaunit beaucoup par cette exposition à l'air. Il présente quelquefois, d'une manière très-prononcée, la structure désignée sous le nom de *cone in cone coral*: il contient aussi quelquefois des coquilles bivalves.

Exposition du minéral de fer à l'air. Dans quelques usines de ces contrées, notamment dans celle de Cyfarthfa, on emploie quelquefois, concurremment avec le fer carbonaté

lithoïde, une petite quantité d'hématite rouge, très-riche, qu'on apporte par mer de la partie septentrionale du Lancashire. En égard à sa richesse de 70 pour 100, ce minéral ne revient pas beaucoup plus cher que l'autre, et il procure au maître de forges qui en a un approvisionnement l'avantage de se trouver un peu moins dans la dépendance des ouvriers mineurs, avantage qui, dans ce pays, n'est pas sans importance.

On ajoute aussi des scories de chauferies qui sont riches et assez pures; quelquefois même, on fond celles provenant de l'opération du puddlage; mais les scories de fineries sont toujours rejetées comme impures.

Le minéral de fer carbonaté lithoïde, prêt à griller, revient dans l'usine de Cyfarthfa, appartenant à M. Crawshay, de 5 à 10 shillings la tonne, suivant sa qualité. Le prix moyen est ainsi de 7 shillings et demi, ou 8 fr. 12 c. la tonne de 1,015<sup>k</sup>.; la richesse moyenne est de 33 pour 100 avant le grillage.

§ 55. Le grillage du minéral s'opère, dans les fourneaux décrits (§ 21), par un procédé fort analogue à celui qui est suivi dans la cuisson de la chaux. Après avoir rempli les fourneaux de couches alternatives de menue houille ou de menu coke et de minéral, on allume le feu par en bas; à mesure que la combustion s'opère, on retire le minéral grillé, de manière à rendre le grillage continu. Quelquefois on charge de nouveau, à la partie supérieure du fourneau, des couches alternatives de combustible et de minéral. D'autres fois, au contraire, on ne grille que ce qu'on a pu ranger dans le fourneau. Dans tous les cas, on conduit les fourneaux de grillage de

Grillage du minéral.

manière qu'ils donnent, à chaque instant, ce qui est nécessaire pour alimenter les hauts-fourneaux. Dès que le minéral a subi le grillage, on le porte au haut-fourneau. Le minéral perd, dans l'opération du grillage, environ  $\frac{1}{4}$  de son poids, et sa richesse moyenne devient par conséquent de 33 sur 75, ou de 44 pour 100. On ne concasse que très-grossièrement le minéral avant le grillage. Le minéral grillé contient encore beaucoup de morceaux de la grosseur du poing, qu'on jette sans autre préparation dans le fourneau.

De la castine.

§ 36. On emploie comme castine, dans les hauts-fourneaux de Merthyr-Tydvil, du calcaire compacte, gris noirâtre, à cassure unie, un peu conchoïde, qu'on extrait à peu de distance dans des carrières ouvertes dans le calcaire dit *métallifère* qui supporte le terrain houiller. On ne prend pas la peine de casser la castine en petits morceaux; il y reste beaucoup de fragmens de la grosseur du poing et au-dessus. On emploie une tonne de castine pour 3 tonnes de minéral non grillé, ou, ce qui revient au même, une tonne de castine pour obtenir une tonne de fonte.

Fabrication du coke.

§ 37. Le coke employé dans les hauts-fourneaux du pays de Galles est préparé en plein air de la manière la plus simple. On dispose la houille en tas d'une grande longueur; ils ont 8 à 10 pieds de large sur 2 à 3 de haut; après avoir écarté de part et d'autre le menu coke resté des opérations précédentes, on place, de préférence, les gros fragmens de houille vers le milieu de la largeur des tas, afin de ménager des passages à l'air. On met le feu par-dessus, au milieu de la largeur du tas et à divers points de la longueur, et on couvre le tas à diverses reprises, avec du

menu coke ou de la houille menue, pour modérer et arrêter la combustion. La cuisson du coke dure ordinairement vingt-quatre heures. A Pen-y-Darran, 5 parties de houille donnent  $3\frac{1}{2}$  parties de coke, ou 100 de houille donnent 70 de coke. A Dowlais, 100 de houille produisent 71 de coke; le produit serait plus considérable si on apportait plus de soin à cette opération. Le coke se mesure ordinairement par mesures de capacité de 18 pieds cubes anglais, appelées *barrels*. A Plymouth-Works, 3 tonnes de houille donnent 12 barrels de coke. Chaque barrel pèse environ 178 kilogrammes, ce qui fait environ 70 kilogrammes de coke pour cent de houille.

Produit en coke.

Le prix de la houille varie suivant les distances des mines à l'usine. A Dowlais, elle coûte 2 shillings la tonne; à Cyfarthfa, elle vaut de 2 shillings  $\frac{1}{2}$  à 5 shillings (3 fr. 10 cent. à 6 fr. 25 cent.).

§ 38. Le travail des hauts-fourneaux est aussi simple dans le pays de Galles que dans le Staffordshire; on n'a d'autre règle que de tenir les hauts-fourneaux aussi pleins que possible, et pour cela on y ajoute une nouvelle charge, dès qu'il s'est fait au-dessous du gueulard un vide suffisant pour la recevoir. Au moyen de la terrasse qui se trouve au niveau des gueulards, on apporte le coke dans de grandes brouettes en fer forgé, dont chacune a une contenance égale à un *barrel*.

Marche des hauts-fourneaux.

On jette dans un haut-fourneau 40 à 50 de ces barrels en 12 heures, ce qui indique une consommation d'environ 17,000 kilogrammes de coke en 24 heures, et comme dans cet intervalle de temps le fourneau produit environ 8,000 kilogrammes de fonte, on voit qu'on consomme

environ 2,1 de coke pour obtenir 1. de fonte. Les quantités de castine et de minéral sont évaluées d'après leur poids. On les pèse, et on les jette dans le fourneau, dans des espèces de vans en tôle; on coule de douze en douze heures. La fonte, qu'on moule presque toute en saumons (pigs) destinés à être affinés, est le plus souvent grise; lorsque le fourneau va bien, les laitiers sont vitreux, très-peu bulleux, et d'un vert sombre près de la surface; opaques, un peu cristallins et d'un jauné verdâtre dans l'intérieur. On voit quelquefois des veines bleues tant dans la partie vitreuse que dans la partie opaque. Lorsque le fourneau donne de la fonte blanche, difficile à affiner, ce qui est l'effet ordinaire des divers dérangemens auxquels ils sont sujets, les laitiers sont noirâtres, un peu vitreux et translucides, presque toujours très-bulleux.

Soufre dans  
les laitiers.

§ 39. En général, les laitiers des hauts-fourneaux anglais contiennent une beaucoup plus grande quantité de chaux que ceux des hauts-fourneaux alimentés par le charbon de bois, ce qui les rend moins fusibles que ces derniers. Depuis long-temps, on savait que les Anglais avaient l'habitude d'ajouter à leur minéral une grande quantité de castine. M. Berthier a fait voir dans un Mémoire publié dans les *Annales de chimie et de physique*, tome xxxiii, page 154, que cet excès de chaux avait pour but de s'emparer d'une partie du soufre que renferment assez habituellement la houille et les minerais de fer des houillères. Dans ce Mémoire, consacré à l'examen de l'action des alcalis et des terres alcalines sur quelques sulfures métalliques, M. Berthier prouve que ces sulfures

Excès de  
chaux dans  
les laitiers.

sont facilement décomposés par les alcalis et les terres alcalines, à l'aide du charbon; mais que lorsque ces mêmes terres sont combinées, ou qu'elles peuvent se combiner avec une certaine proportion de silice ou d'acide borique, elles n'ont plus d'action sur les sulfures. Ainsi le bisilicate de chaux ou un mélange de chaux et de quartz, dans les proportions qui constituent le bisilicate de chaux, n'agit que faiblement sur le sulfure de fer, même à une température très-élevée. Mais, au contraire, lorsqu'il existe un excès de base, une portion de cette base reste en combinaison avec l'acide; tandis que l'autre portion se réduit à la faveur du charbon, et décompose une certaine quantité de sulfure. On voit de suite que, pour obtenir de la fonte qui contienne le moins possible de soufre, il convient de surcharger les laitiers de castine, et on n'est arrêté dans l'addition de chaux que par l'infusibilité qu'elle donne aux laitiers. Une longue expérience a fait adopter en Angleterre la proportion d'une partie de castine sur deux parties  $\frac{1}{4}$  de minéral grillé. M. Berthier a trouvé, par l'examen de plusieurs laitiers, que cette proportion est telle que la silice contient à-peu-près autant d'oxygène que toutes les bases réunies.

Composition  
des laitiers.

Voici la composition des laitiers analysés :

	Dowlais, dans le pays de Galles.		Dudley, Stafford- shire.	Saint-Étienne (départ. de la Loire).	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Silice . . . . .	0,404	0,370	0,416	0,366	0,378
Chaux . . . . .	0,384	0,384	0,372	0,324	0,380
Magnésie . . . . .	0,052	0,042	trace.	0,048	0,332
Alumine . . . . .	0,112	0,132	0,154	0,184	0,015
Protoxide de manganèse . . . . .		0,026	0,020		
Protoxide de fer . . . . .	0,038	0,012	0,034		0,044
Soufre . . . . .	trace.	0,014		0,010	0,008
Calcium . . . . .				0,024	
	0,990	0,980	0,996	0,996	0,990

Le laitier n°. 1 provient du fourneau de Dowlais à Merthyr-Tydvil; il est de la nature la plus fréquente. Il est obtenu lorsque la marche du fourneau est régulière, et que la fonte est de bonne qualité; il est d'un vert jaunâtre, opaque et pierreuse; il présente cependant quelques parties vitreuses; il a une tendance à la cristallisation. On observe souvent, dans les cavités, des cristaux en prismes droits rectangulaires et en prismes à huit faces, qui s'accordent assez bien avec la forme de l'idocrase; il paraît que leur composition est aussi analogue à celle de cette substance. Ces laitiers dégagent une odeur terreuse.

Le laitier n°. 2 provient du même fourneau; il

a été obtenu lorsque la fonte était mauvaise; il est noir, bulleux; il contient une assez grande quantité de soufre.

Le laitier n°. 3 a été recueilli dans une usine des environs de Dudley (Staffordshire), le fourneau allant bien.

Les nos. 4 et 5 sont des laitiers de haut-fourneau du Janon à Saint-Etienne: nous ne rapportons ici leurs analyses que pour faire remarquer que ces laitiers contiennent une assez grande quantité de soufre. Nous ajouterons que, d'après des renseignements que nous avons recueillis, la fonte de ce fourneau, de mauvaise qualité dans les premiers mois de sa mise en activité, est devenue grise et de bonne qualité depuis que les laitiers ont été surchargés de chaux.

§ 40. Cet excès de chaux est aussi très-favorable quand les minerais contiennent du phosphate de chaux, comme il arrive souvent dans les minerais des houillères. La chaux n'agit plus ici comme dissolvant; mais elle rend plus difficile la décomposition du phosphate de chaux. Il faut observer néanmoins que, d'après les propriétés connues de l'acide phosphorique, quel que soit l'excès de chaux qu'on ajoute, il ne paraît pas possible d'éviter la formation d'une certaine quantité de phosphure de fer dans les hauts-fourneaux.

§ 41. La consommation en houille des hauts-fourneaux du pays de Galles peut être évaluée moyennement à 3 tonnes pour 1 tonne de fonte, ainsi qu'il résulte des données suivantes.

Dans l'usine de Plymouth-Works, pour obtenir une tonne de fonte (*pig-iron*), on consomme 3 tonnes de houille, ou 2,10 de coke et 3,25

Excès de  
chaux favo-  
rable aux  
minerais  
phospho-  
reux.

Consomma-  
tions.

tonnes de minérai non grillé; ce qui correspond à une teneur d'environ 51 pour 100, qui est un peu plus faible que celle qui nous a été indiquée dans les autres usines.

Dans l'usine de Cyfarthfa, on nous a dit qu'une tonne de *pig-iron* exige 2 tonnes  $\frac{1}{2}$  de houille, qui répondent à 1,75 de coke, et un peu plus de 3 tonnes de minérai non grillé, le minérai rendant moyennement 32 pour 100.

Dans celles de Pen-y-Darran et de Dowlais, on nous a dit que pour obtenir une tonne de *pig-iron* on consomme 3 tonnes de houille, ou 2,10 de coke.

Le mélange des minerais est ordinairement combiné de manière à produire une quantité de fonte égale à 33 pour 100 du poids du minérai non grillé; on emploie une tonne de castine pour obtenir une tonne de fonte, ou pour traiter 3 tonnes de minérai cru.

Dans ce pays, les fourneaux rendent moyennement 8 tonnes de fonte (8,126 kilogrammes) par jour, ou 54 tonnes par semaine (54,810 kilogrammes); il en est qui produisent par semaine jusqu'à 70 tonnes (71,106 kilogr.). On consomme moyennement 21 de coke pour obtenir 10 de fonte (*pig-iron*), ou environ 2 de carbone pour produire 1 de fer. Par conséquent, en un jour, pour obtenir 8 tonnes de fer, on brûle 16 tonnes de carbone, qui exigent, pour être converties en acide carbonique, 43,73 tonnes d'oxygène, dont 3,50 tonnes sont fournies par l'oxide de fer réduit, et 40,23 ne peuvent l'être que par l'air atmosphérique. Ces 40,23 tonnes d'oxygène équivalent à 40,800 kilog., qui, à une pression et une température moyennes de 76 centimètres et 8°

centigr., auraient un volume de 29,430 mètres cubes, et correspondraient à 147,159 mètres cubes d'air atmosphérique. Telle étant la quantité d'air qu'un haut-fourneau du pays de Galles doit consommer en vingt-quatre heures, cette consommation doit être en une minute de 104<sup>m.c.</sup>,575, ou à-peu-près 105 mètres cubes. Nous avons vu précédemment que pour un fourneau de moyenne grandeur, c'est-à-dire de la dimension de ceux qui donnent 8 tonnes de fonte par jour, la quantité d'air lancée par la machine soufflante ne s'élève pas tout-à-fait à 100 mètres cubes par minute. L'un de nous, dans un travail (1) rédigé, il y a plusieurs années, sur le haut-fourneau de Framont, alimenté par du charbon de bois, avait fait l'observation suivante, qui paraît, d'après ce qui précède, s'appliquer aussi aux hauts-fourneaux alimentés par le coke. « L'oxygène contenu » dans le minérai et celui que lancent les soufflets ne sont pas tout-à-fait suffisans pour brûler un poids de carbone égal à celui du charbon consumé même en diminuant celui-ci de » 0,02, pour avoir égard aux cendres qu'il contient; cela tient, 1°. à ce qu'il contient un peu » d'eau; ce qui, à la vérité, peut être en partie » balancé par l'hydrogène qu'il contient aussi, » et qui absorbe plus d'oxygène qu'un poids égal » de carbone; 2°. à ce qu'il n'est pas entièrement converti en acide carbonique. » C'est probablement cette insuffisance de l'oxygène

(1) Notice sur les mines de fer et les forges de Framont et de Rothau; par M. L. Elie de Beaumont, Elève-ingénieur des mines. *Annales des Mines*, tome VII, pag. 521.



fourni par les machines soufflantes qui fait que les gaz qui parviennent au gueulard d'un haut-fourneau sont encore combustibles et produisent constamment une flamme dont la forme et la couleur varient souvent avec l'état intérieur du fourneau.

Prix de fabrication de la fonte.

En récapitulant ces consommations, nous concluons que de 100 kil. de fonte, *pig-iron*, dans le pays de Galles, revient au prix suivant :

300 kilog. de minéral cru, à 10 shillings la tonne, ou 11.23 les 100 kilogramm.	3 f. 69 c.
100 kilog. de castine, à 4 sh. et demi la tonne, ou 0,55 les 100 kilogrammes...	» 55
320 kilogr. de houille pour le haut-fourneau, à 5 shil. la tonne, ou 0,62 les 100 kilogrammes.....	1 98
50 kilog. de houille pour la machine soufflante.....	» 31
50 kilogr. <i>id.</i> pour le grillage du minéral.	» 31
1 fondeur, à 4 shillings par tonne, ou 0,55 pour 100. ....	» 55
2 chargeurs, à 6 shillings par tonne, ou 0,76 par 100 kilogrammes.....	» 76
2 charrieurs de scories, <i>id.</i> ....	» 76
Intérêts de la mise de fonds, réparations, redevance seigneuriale.....	1 »
	<hr/>
	9 f. 91 c.

Ce prix est moins élevé que celui du Staffordshire, ce qui tient principalement à la différence de prix dans le minéral, qui est très-grande. Aussi le pays de Galles peut-il livrer ses fers à un prix inférieur à celui des autres parties de l'Angleterre.

§ 42. Il se dépose journellement sur la surface de la tympe et dans les interstices des pierres qui entourent les ouvertures des tuyères, lorsque ces interstices peuvent donner passage à la flamme, une matière scoriacée, riche en alcali, qui est recueillie pour faire la lessive. Cette substance déliquescence contient; d'après une analyse de M. Berthier (*Annales de Chimie et de Physique*, tome xxxiii, page 217) :

Matière alcaline qui se dépose sur la tympe.

Sels solubles.....	0,385
Substances insolubles.	0,615.

Les sels solubles ont été trouvés composés de :

Carbonate de potasse.	0,63
Sulfate de potasse....	0,57
Silice. ....	trace.
	<hr/>
TOTAL. . . . .	1,00

Les substances insolubles ont donné, à l'analyse :

Silice. ....	0,343
Protoxide de fer. . . .	0,260
Alumine. ....	0,040
Chaux . . . . .	0,052
Potasse. ....	0,205
Laitier mélangé.. . .	0,100
	<hr/>
	1,000

L'alcali provient sans doute de l'argile schisteuse, dont le fer carbonaté des houillères est toujours intimement mélangé, ainsi que des cendres du coke.

Les hauts-fourneaux du pays de Galles restent

4.

Durée des hauts-fourneaux.

en feu de cinq à dix ans, et au bout de ce temps on n'a ordinairement à refaire que leur partie inférieure. La chemise dure beaucoup plus longtemps, nous en avons vu démolir un dont la chemise avait trente-huit ans de fondage.

( *La suite à la prochaine livraison.* )

## ESSAI

### *Sur la température de l'intérieur de la Terre;*

PAR M. LOUIS CORDIER,

Membre de l'Académie royale des sciences de l'Institut, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, Professeur-Administrateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Lu à l'Académie des Sciences, dans les séances des 4 juin (1), 9 et 23 juillet 1823.

#### INTRODUCTION.

LA supposition d'un *feu central* est extrêmement ancienne; elle remonte peut-être aux premiers temps de la civilisation. Elle a fourni le fonds de quelques-unes des fables dont le genre humain a été bercé dans son enfance. On en trouve des traces dans la mythologie de presque tous les peuples; elle est née de l'observation très-imparfaite de certains phénomènes naturels trop apparens pour que, dans aucun temps, ils aient pu échapper au vulgaire. Confondue pendant des siècles au milieu des notions vagues et conjecturales qui composaient presque toute la physique des anciens et celle du moyen âge, cette hypothèse n'a commencé à prendre quelque consistance que depuis la découverte des lois du système du monde: Descartes, Halley, Leibnitz, Mairan, Buffon sur-tout, et plusieurs autres philosophes des temps modernes, l'avaient

(1) Ce travail a été également lu, mais en extrait, dans la séance publique et annuelle de la même Académie, le 11 du même mois.

adoptée, en se fondant principalement sur des considérations déduites soit de la figure de la terre, soit de certains phénomènes astronomiques, soit de la mobilité du principe souterrain qui produit les actions magnétiques, soit de la comparaison des températures superficielles avec celles observées à de petites profondeurs, soit enfin de diverses expériences sur le refroidissement des corps incandescens.

Ces inductions ne constituant pas un corps de démonstration assez positif pour entraîner la conviction, beaucoup de savans, contemporains de ceux que nous venons de citer, restèrent indécis; plusieurs soutinrent l'ancienne opinion, qui n'attribuait à la terre d'autre chaleur que celle qu'elle peut tenir des rayons solaires. Cette dernière opinion finit même par prévaloir presque entièrement; elle dut en grande partie ce succès à l'influence du célèbre système géologique, né vers le milieu du siècle dernier, dont Pallas, de Saussure et Werner ont été les promoteurs principaux, et qui, pendant long-temps, a dominé sans contradicteurs. Ce système supposait que la liquidité originaire du globe n'a eu lieu que par l'intermède de l'eau; que toute la masse s'est solidifiée couche par couche, du centre à la circonférence par voie de cristallisation aqueuse; et que les phénomènes volcaniques sont de purs accidens tout-à-fait locaux.

L'état des choses a bien changé depuis quelques années. Ce changement, qui s'est exécuté avec une extrême lenteur, tant les meilleurs esprits étaient prévenus, remonte à la fin du siècle dernier. On doit l'attribuer principalement aux circonstances suivantes : d'importantes décou-

vertes ont été faites en géologie; la disposition relative des matériaux composant les plus anciens terrains de l'écorce du globe, a été trouvée différente de celle qu'on avait admise; on a constaté que les agens volcaniques résident sous les terrains primordiaux; la véritable nature des laves, et leur identité dans toutes les parties de la terre, ont été reconnues; l'analogie d'une infinité de couches de tous les âges avec les laves a été démontrée; la facilité avec laquelle toutes ces matières originairement fluides et incandescentes ont cristallisé par simple refroidissement, a été prouvée et comprise; le système des cristallisations aqueuses a été fortement ébranlé. D'un autre côté, on a, par des expériences satisfaisantes, constaté des faits exacts et nombreux, relativement au mouvement de la chaleur rayonnante et à celui de la chaleur qui se propage dans les corps de molécule à molécule; ces faits ont été liés par des théories mathématiques douées de la plus grande généralité; des observations ingénieuses ont mis hors de doute le rayonnement continuel de la chaleur superficielle de la terre vers les espaces célestes; on a vérifié avec soin les notions recueillies depuis long-temps relativement aux petites profondeurs où se trouvent dans le sol de chaque contrée et les limites des variations horaires, diurnes, mensuelles et annuelles de la température superficielle, et le niveau auquel commence une température fixe; enfin, on a entrepris de nouvelles expériences sur la température des lieux profonds qui nous sont accessibles, et sur celle des eaux qui en proviennent; on a comparé les résultats soit entre eux, soit avec les moyennes

températures de la surface, et on s'est cru autorisé à en tirer cette importante conclusion; savoir, qu'à partir du niveau où commence la température fixe dans le sol de chaque pays, la chaleur croît rapidement avec les profondeurs, et cela d'une quantité qu'on a évaluée à 1 degré centigrade pour 30 à 40 mètres d'abaissement vers le centre de la terre.

Ces faits remarquables, considérés partiellement par les uns, groupés de différentes manières par les autres, ont ramené tous ceux qui s'en sont occupés à l'hypothèse de la chaleur centrale. La conclusion commune est que la terre possède à l'intérieur une température propre, incomparablement plus élevée que la température composée que l'on observe à la surface, et même, suivant quelques-uns, qu'au-delà d'une certaine profondeur il existe vraisemblablement une incandescence et une fluidité qui datent de l'origine des choses.

Lagrange et Dolomieu sont les premiers qui soient revenus à l'hypothèse de la chaleur centrale. Il faut également citer Hutton et son habile commentateur Plaiser, malgré les obscurités dont ils ont enveloppé leur opinion et les erreurs de physique dans lesquelles ils sont tombés en voulant en faire des applications à la géologie. Dans les temps actuels, cette grande question a été abordée par l'illustre géomètre dont les sciences déplorent la perte récente, M. de Laplace, et, avant lui, par notre confrère M. Fourier, que ses mémorables travaux sur la théorie générale de la chaleur ont naturellement conduit à ce genre de recherches. D'autres autorités ne manqueraient pas s'il était possible de

faire ici mention d'un assez grand nombre de savans, qui, depuis vingt ans, ont successivement adopté la même opinion, sur-tout en Angleterre.

Ainsi l'hypothèse de la chaleur souterraine se présente maintenant appuyée par une masse d'autorités et de faits qui ne permet plus de la considérer comme une de ces créations imaginaires, telles que le système des tourbillons, qui n'ont eu qu'un temps, et dont la raison et l'expérience ont fait justice aussitôt que la grande habileté de l'auteur et la ferveur de ses disciples ont manqué pour en soutenir l'artifice et pour en propager les illusions. Au point où en sont les choses, cette hypothèse semble mériter toute l'attention du monde savant. Si les preuves apportées en sa faveur sont insuffisantes, il faut recourir à de nouvelles observations; si les preuves suffisent, il faut s'empresser d'admettre le principe, d'en déterminer les caractères, d'en développer les conséquences et d'en épuiser, s'il est possible, les applications.

En examinant les données de ce grand problème, il est aisé de reconnaître qu'une seule, quant à présent, pourrait offrir d'assez grandes incertitudes. Cette donnée, qui est en même temps la plus directe et la plus décisive, est celle qui se fonde sur les expériences dont on a conclu que la température de la terre croît progressivement de la surface vers le centre. On peut se demander en effet si ces expériences sont exactes, si elles ont été convenablement discutées, si elles sont suffisantes, et si les conséquences qu'on en a tirées ne laissent rien à désirer.

J'ai pensé qu'il serait utile d'aller au devant de

ces doutes, et cela dans l'intérêt de la science en général bien plus que dans celui d'une opinion que je partage moi-même depuis long-temps, et à laquelle j'ai déjà payé le tribut de mes recherches sous d'autres points de vue. Tel est donc l'objet principal du travail que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

Dans la première partie de ce travail, je discuterai le mérite des expériences de température souterraine qui ont été publiées jusqu'à ce jour, et celui des conséquences qu'on en a tirées; je rendrai compte des expériences de vérification auxquelles je me suis livré. Dans la seconde partie, j'exposerai le détail des expériences directes que j'ai tentées en suivant un nouveau système d'observation, et je résumerai les conséquences immédiates qui me paraissent devoir résulter de mes recherches. Dans la troisième partie, j'indiquerai les principales applications qu'on peut faire des résultats, relativement à la théorie de la terre, et à ce sujet je ferai connaître sommairement plusieurs observations géologiques nouvelles.

#### PREMIÈRE PARTIE.

*Examen des expériences de température souterraine publiées jusqu'à ce jour; expériences et recherches relatives à cet examen.*

Les expériences de température souterraine qui ont été publiées jusqu'à présent sont de deux espèces.

Les unes ont eu pour objet d'étudier la température des sources ordinaires, celle des rivières qui sortent immédiatement de la terre en certaines contrées; celle des fontaines artificielles,

celle des eaux sortant soit des cavernes, soit des galeries d'écoulement qui assèchent de grands travaux de mines. Ces expériences sont peu nombreuses, et, ainsi que nous le ferons remarquer par la suite, on ne peut en tirer que des données approximatives.

Les autres ont eu pour but de déterminer la température des cavités naturelles ou artificielles, au moyen desquelles nous pouvons pénétrer dans le sein de la terre. Celles-ci sont nombreuses; elles se prêtent à des déterminations que l'on a regardées comme précises. Elles ont été poussées jusqu'à des profondeurs de 4 à 500 mètres (12 à 1500 pieds). En voici l'énumération sommaire.

Pour la France, nous avons les expériences des caves de l'Observatoire de Paris, qui ont été commencées il y a près de cent cinquante ans, et que notre confrère, M. Arago, a perfectionnées; celle faites par Gensanne (1) dans les mines métalliques de Giromagny, vers le milieu du siècle dernier, et celles exécutées en 1806 par M. d'Aubuisson (2), dans les mines de plomb et argent de Poullaouen et d'Huelgoët en Bretagne.

Pour la Suisse, nous possédons les expériences exécutées, il y a environ quarante ans, par de Saussure (3), dans les mines de sel de Bex.

Pour la Saxe, on connaît celles de MM. Freisleben et de Humboldt (4), recueillies en 1791; de

(1) *Dissertation sur la Glace*; par Mairan. Paris, 1749, in-12, p. 60 et suiv.

(2) *Journal des Mines*, t. 21, p. 119.

(3) *Voyages dans les Alpes*, § 1088.

(4) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 13, p. 210.

M. Daubuisson (1) en 1802 ; et sur-tout de M. de Trebra (2) en 1805, 1806, 1807 et 1815.

Pour la Grande-Bretagne, il faut citer celles faites en très-grand nombre depuis 1815 jusqu'en ces derniers temps (3) ; savoir, par Lean, M. Rede, et sur-tout M. W. Fox, dans les mines de cuivre et de plomb de Cornouailles et du Devonshire, et par MM. Bald, Dunn et Fenwick, dans les mines de houille du nord de l'Angleterre.

Enfin, on doit aussi porter en ligne de compte celles qui ont été anciennement exécutées par M. de Humboldt (4) dans plusieurs mines du Pérou et du Mexique.

Le nombre des mines dans lesquelles ces différens observateurs ont opéré est de plus de quarante ; celui des notations de température est d'environ trois cents.

Près des deux tiers de ces notations de température ont été prises sur l'air contenu dans les cavités souterraines, et la plupart des autres sur l'eau qui se présente de tant de manières dans ces cavités. Un très-petit nombre proviennent d'expériences tentées dans la vue de déterminer directement la température du sol entourant les excavations ; mais plusieurs de ces dernières notations ont l'avantage d'être des moyennes con-

(1) *Description des mines de Freyberg*, t. 3, p. 151, 186, 200. *Journal des Mines*, t. 11, p. 517, et t. 13, p. 113.

(2) *Annales des Mines*, t. 1, p. 377, et t. 3, p. 59.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 13, p. 200 ; t. 16, p. 78 ; t. 19, p. 438 ; t. 21, p. 308. Et *Geographical distrib. of Plants*, by N. J. Winch, p. 51.

(4) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 13, p. 207.

clues d'un grand nombre d'observations sédentaires. Quant aux précédentes, elles résultent toutes d'observations recueillies en descendant momentanément dans les mines.

J'omets de citer un certain nombre d'observations moins importantes qui ont eu lieu dans les mines, dans les carrières et dans les cavernes de diverses autres contrées, parce qu'elles ont été faites isolément et presque accidentellement : elles ont en général porté sur la température de l'air des cavités, et comme les résultats ont été analogues à ceux que je vais examiner, les conséquences auxquelles j'arriverai leur sont également applicables.

Tels sont les élémens dont il s'agit d'apprécier le mérite : dans ce but, la critique n'a rien à négliger. Comme on se propose en définitive de conclure du petit au grand, il est évident que les plus légères erreurs influeraient prodigieusement sur ce que l'on doit penser relativement à la masse entière du globe. Ainsi, par exemple, en partant de la loi approximative que l'on s'est empressé de déduire des expériences publiées jusqu'à ce jour, un degré d'erreur en plus pour une profondeur de 100 mètres, dans une contrée donnée, ferait remonter de 500 mètres (c'est-à-dire de près d'un demi-quart de lieue) le point où l'on devait présumer que la température de l'eau bouillante existe au-dessous du lieu de l'observation. Ces motifs feront excuser sans doute les détails dans lesquels je serai quelquefois obligé d'entrer.

Au moyen des précautions auxquelles j'ai eu recours, j'espère que mes propres expériences

pourront être regardées comme suffisamment exactes. La plupart ont été faites dans trois mines de houille de France, fort éloignées les unes des autres, que j'ai choisies comme offrant les circonstances les plus favorables, et qui sont, savoir, 1°. la mine de Littry, située à 13 kilomètres à l'ouest sud-ouest de Bayeux, département du Calvados, et dont les ouvertures sont élevées d'environ 60 mètres au-dessus du niveau de la mer; 2°. la mine de Decise, placée à 12 kilomètres au nord de la ville de ce nom et des rives de la Loire, dans le département de la Nièvre, et dont l'élévation au-dessus de la mer est d'environ 150 mètres; 3°. la mine de Carmeaux, située dans le département du Tarn, à 13 kilomètres au nord d'Alby, et à près de 250 mètres au-dessus de la mer. Je reviendrai sur les circonstances locales concernant ces mines. En ce moment, il suffira d'ajouter que mes expériences ont eu lieu en août 1823 dans la première, en septembre 1825 dans la seconde, et en novembre 1822 et septembre 1825 dans la troisième. Je me suis servi de thermomètres à mercure, que j'avais soigneusement vérifiés et comparés entre eux, et qui, dans tous les cas où je n'avertirais pas du contraire, ont été mis en expérience à boule nue. A l'aide de la bienveillante intervention de nos confrères, MM. Arago et Mathieu, j'ai pu ramener tous mes résultats à la graduation du thermomètre normal de l'Observatoire de Paris, division centigrade. Cette division est d'ailleurs celle dont j'ai fait usage dans toutes les parties de ce mémoire.

Ces données posées, je passe à l'examen des

expériences qui ont été faites par les divers observateurs ci-dessus cités sur la température de l'air contenu dans les mines.

Les expériences sur la température de l'air des mines seraient à l'abri de toute critique, et on serait fondé à supposer qu'elles donnent exactement la température de la zone de terrain dans laquelle on a opéré, si elles avaient eu lieu dans des circonstances analogues à celles que l'on a obtenues dans les caves de l'Observatoire de Paris, c'est-à-dire si elles avaient été faites dans des excavations ayant peu d'étendue et sur-tout peu de hauteur, situées dans le sol vierge, défendues par une clôture suffisante contre toute influence étrangère, telle que passage des ouvriers, accès des eaux, introduction d'air extérieur, et qui auraient été fermées pendant un laps de temps assez long pour que la température primitive des parois ait pu se rétablir complètement; mais aucune de ces observations n'a eu lieu dans des circonstances aussi favorables.

Pour apprécier les inexactitudes plus ou moins notables dont elles sont toutes affectées, nous considérerons d'abord ce qui se passerait dans une mine, que nous supposerons de quelque étendue, composée de plusieurs étages, dépourvue de filtrations, et que l'on tiendrait hermétiquement fermée, après l'avoir abandonnée. L'air, à chaque étage, prendrait la température du terrain environnant; cet air, dans l'hypothèse que nous admettons d'une chaleur croissant dans le sol avec les profondeurs, circulerait continuellement des étages inférieurs aux étages supérieurs, et réciproquement, en vertu des différences de pesanteur spécifique qui résulteraient de l'inéga-

lité de la chaleur qu'il aurait prise à chaque niveau. Ces mouvemens continuels seraient d'autant plus prononcés que les conduits souterrains seraient moins étroits, moins sinueux, et qu'il existerait entre eux un plus grand nombre de communications. Dans le cas contraire, le déplacement de l'air s'opérerait avec lenteur, sur-tout aux extrémités les plus reculées de chaque étage, et il arriverait que vers ces extrémités la température de l'air ne s'éloignerait pas beaucoup de celle de la roche environnante. Toujours est-il que dans ce cas, et à plus forte raison dans le premier, la température de l'air ne représenterait exactement sur aucun point la température du sol immédiatement en contact.

Si l'identité des températures dont il s'agit n'est pas possible dans une mine telle que nous l'avons supposé, elle le sera encore moins dans les mines ordinaires, où l'air a continuellement accès, dans lesquelles les eaux filtrantes apportent sans cesse les causes de variation qui leur sont propres, et où l'éclairage et les ouvriers dégagent journellement des quantités de chaleur très-notables. Examinons les effets que ces trois causes de perturbation produisent sur la température de l'air contenu dans les mines.

L'air extérieur, en se mélangeant continuellement avec l'air contenu dans une mine, agit en raison de la température qu'il apporte sur chaque point, et de la masse qui est introduite sur ce point dans un temps donné. Or, ces deux éléments varient sans cesse, et leur influence s'étend nécessairement jusque dans les excavations les plus écartées. J'estime que lorsqu'il fait très-froid la vitesse du tirage, qui s'opère à l'aide des

puits qui servent à l'aérage, est quelquefois quadruple et même sextuple de celle qui a lieu dans les temps ordinaires; dans les temps chauds, au contraire, elle est presque toujours très-faible. La température de l'air entrant varie chaque jour, à chaque heure, ou, pour ainsi dire, à chaque instant. Cette température est plus ou moins abaissée par l'effet de l'évaporation plus ou moins abondante que l'air produit, en raison de sa sécheresse et de sa chaleur initiale, à mesure qu'il circule le long de la surface humide des excavations. Dans le même temps, cette température est soumise à une cause d'augmentation très-faible, qui compense rarement la précédente, et qui tient à l'influence croissante de la pression atmosphérique, à mesure que l'air introduit pénètre dans des cavités plus profondes; cette cause, dont quelques personnes se sont exagéré l'effet, ne saurait augmenter la température de l'air introduit que d'environ cinq à six dixièmes de degré pour une profondeur de 100 mètres.

Ces données justifient la proposition qui les précède. De plus, il en résulte un fait curieux et qu'il est utile d'établir; savoir, que la température moyenne de *la masse d'air*, qui, pendant le cours d'une année, a été introduite dans une mine, est certainement inférieure à la température moyenne du pays pour la même année. D'après diverses recherches, qu'il serait trop long de rapporter, j'estime que la différence peut être de 2 à 3 degrés pour la plupart des mines de nos climats. Ainsi, non-seulement l'introduction de l'air extérieur dans une mine augmente et diminue sans cesse, et d'une manière plus ou moins sensible, la température de l'air contenu dans



les différentes parties de chaque étage, mais encore elle tend à la longue à abaisser la température propre de la totalité des excavations, et cela d'une manière nécessairement inégale dans les différentes parties situées au même niveau.

La seconde cause de perturbation agit d'une manière uniforme, soit que l'on considère son action dans un temps très-court, soit dans un temps très-long. Elle tend aussi à diminuer la température de l'air contenu dans les excavations où elle se manifeste; elle tient à l'influence de la chaleur propre des eaux affluentes: or, on verra ci-après que ces eaux arrivent généralement aux points où elles débouchent, avec une température prise dans des zones de terrain plus élevées. Les surfaces qu'elles recouvrent dans chaque excavation communiquent par conséquent à l'air en contact une température moindre que celle de la roche environnante.

La troisième cause de perturbation exerce une influence contraire à la précédente, influence souvent puissante; et que l'on n'a point encore calculée, quoiqu'elle ait servi de base à plusieurs personnes pour s'élever contre les conséquences déduites des expériences faites sur les températures souterraines; elle tient à la chaleur qui est dégagée par les ouvriers et par l'éclairage. Il est essentiel d'en évaluer approximativement les effets par des nombres.

D'après les intéressantes recherches de M. Despretz sur la chaleur animale, un homme d'une moyenne taille dégage en vingt-quatre heures, par le travail de la respiration, une quantité de chaleur égale à celle qui élèverait un gramme d'eau à 3,237,417 degrés centigrades, et cette

chaleur n'est que les trois quarts de la chaleur totale qui est produite dans le même temps par le même individu: d'où il suit que la chaleur totale qui est dégagée en une heure, équivaut à celle qui élèverait 180 kilogrammes d'eau (en nombres ronds) à un degré. Faisant usage du rapport (1,0000 : 0,2669) qui, suivant MM. de La Roche et Bérard, exprime la différence des chaleurs spécifiques de l'eau et de l'air, et, partant de la pesanteur spécifique dont l'air jouit à 12 degrés de température, on trouve définitivement qu'un mineur dégage par heure une quantité de chaleur capable d'élever d'un degré 542 mètres cubes d'air pris à 12 degrés de température initiale.

La chaleur produite par l'éclairage présente deux cas, suivant qu'on emploie de l'huile ou de la chandelle.

J'assimile l'huile des lampes de mineurs à l'huile de lin, quant à la manière de brûler: or, d'après M. de Rumford, la combustion d'un gramme d'huile de lin élève la température d'un gramme d'eau à 9,044 degrés. En faisant usage des mêmes données que ci-dessus, on trouve qu'en une heure la présence d'une lampe brûlant 15 grammes d'huile (comme à Carmeaux, par exemple, où l'on emploie de l'huile de noix de seconde cuite) augmente d'un degré la température d'une masse d'air de 409 mètres cubes, prise à 12 degrés de chaleur initiale: ainsi, quatre de ces lampes produisent, à peu de chose près, autant de chaleur que trois ouvriers.

M. de Rumford a reconnu que la chaleur fournie par la combustion d'un gramme de suif élève un gramme d'eau à 8,369 degrés: d'où il suit

qu'en une heure l'éclairage obtenu (comme à Littry, où les chandelles sont de vingt-huit à trente-deux à la livre) par la consommation de 7 grammes et demi de chandelles, élève d'un degré 189 mètres cubes d'air pris à la température initiale de 12 degrés.

D'après ces données, la présence de deux cents mineurs et deux cents lampes convenablement répartis suffirait pour élever d'un degré, en une heure, la température d'une masse d'air égale à celle que contiendrait une galerie ayant un mètre sur 2, et portant 95,000 mètres (environ vingt-quatre lieues de 2000 toises) de longueur; c'est donc avec raison que l'on a prétendu que la présence des ouvriers et des lumières devait exercer une grande influence sur la température de l'air des mines. En général, cette influence tend, pendant la plus grande partie de l'année, à balancer plus ou moins complètement l'effet des causes qui pourraient tenir la température de l'air contenu dans une excavation, au-dessous de la température propre du rocher environnant. Pendant le reste du temps, elle augmente l'excès de la température de l'air sur celle du terrain avec lequel il est en contact à chaque étage. Elle agit d'ailleurs de la manière la plus variable, suivant le nombre et la répartition des lumières et des ouvriers, la capacité et la profondeur des travaux, et la manière dont elle se combine avec les deux premières causes de perturbation que nous avons développées. Rien de plus changeant que ces combinaisons. Il en résulte évidemment une foule de mouvemens, de courans particuliers et de contre-courans, presque toujours inaperçus du mineur, qui s'étendent dans toutes les parties

des excavations, et sans lesquels je crois maintenant que l'aérage des mines serait bien imparfait. J'estime, d'ailleurs, que dans plus d'une mine importante, lorsque la température extérieure est de 20 à 25 degrés, l'air qui est introduit pendant une heure n'équivaut pas à la centième partie de celui qui remplit les excavations.

Pour appuyer les observations que je viens d'exposer, je rapporterai le résultat de quelques expériences.

Le 9 novembre 1822, à sept heures du matin, lorsque je suis descendu dans l'exploitation dite du Ravin, à la mine de Carmeaux, l'air extérieur était, à 2 mètres au-dessus de la surface du sol, à 13°,4. Cinq heures après, lors de ma sortie, il était à 14°,9.

Un seul puits ayant, non compris le puisard, 147 mètres de profondeur, desservait toute l'exploitation. Au milieu de l'orifice de ce puits, l'air entrant aux mêmes heures que ci-dessus a marqué 1°,2 de plus qu'à l'extérieur: ainsi il était déjà mêlé avec l'air chaud qui arrivait d'une manière insensible du fond des travaux.

Les travaux avaient pour objet de préparer l'extraction de deux puissantes couches de houille, presque horizontales et parallèles, et distantes l'une de l'autre de 30 mètres, terme moyen. Ils consistaient par conséquent en deux étages, formés chacun de larges galeries d'aménagement, croisées à angle droit, et traversées par une galerie principale servant au roulage (les deux galeries principales de roulage se réunissant comme les couches au fond du puits). Le vide de ces excavations, dont le creusement se poursuivait avec une activité constante depuis sept ans et de-

mi, était alors très-approximativement de 12,560 mètres cubes. L'aérage avait lieu au moyen d'un foyer et d'une tour placés à l'extérieur, et communiquant avec le sommet d'une cheminée d'appel pratiquée dans l'un des angles du puits de service. D'après la surface de la section de cette cheminée et la vitesse de l'air qui en sortait, je trouvai que la quantité d'air introduite dans la mine en une heure n'était que de 1,049 mètres cubes, c'est-à-dire qu'elle n'équivalait pas à la douzième partie de la masse contenue dans les excavations.

Dix-neuf lampes et vingt-quatre ouvriers répartis dans les deux étages étaient employés continuellement pendant six jours de la semaine, et produisaient par heure une chaleur capable d'élever de  $1^{\circ},66$  la température d'une masse d'air égale à celle qui remplissait la totalité des galeries.

A l'étage supérieur, la température de l'air, prise dans l'étendue de la galerie de roulage, à une égale distance des côtés, la boule du thermomètre étant suspendue à 3 décimètres du rocher formant le plafond, a été; savoir, de  $20^{\circ},7$  près du puits; de  $22^{\circ},2$  à 140 mètres plus loin, c'est-à-dire près d'une descendrie établissant la communication d'aérage entre les deux étages; et de  $23^{\circ},2$  à l'extrémité de la galerie, c'est-à-dire à 240 mètres du puits. En opérant de même, j'ai trouvé à l'extrémité de plusieurs galeries, soit parallèles, soit de traverse, une température variant de  $22^{\circ},8$  à  $23^{\circ},2$ . Les ouvriers d'ailleurs n'étaient point entrés depuis quelque temps dans les galeries; l'air s'y montrait parfaitement stagnant, du moins en apparence; et suivant les

idées communes, leur température semblait propre à donner celle du sol environnant.

A l'étage inférieur, en opérant comme ci-dessus, j'ai trouvé que l'air au fond de la galerie principale de roulage, c'est-à-dire à 280 mètres du puits, marquait  $23^{\circ},4$ . Aux extrémités des autres galeries dans lesquelles je suis resté, la température n'était inférieure à la précédente que de deux à trois dixièmes. Au plafond du conduit débouchant dans la cheminée d'aérage, l'air, remontant au jour, était à  $25^{\circ},1$ , et sortait par conséquent avec une température de plus de 8 degrés au-dessus de celle de l'extérieur.

Enfin, ayant déterminé d'une manière directe, que je regarde comme exacte, et dont je donnerai la description ci-après, la température propre et originaire du terrain qui environnait le fond de la galerie de roulage inférieure, je l'ai trouvée de  $17^{\circ},1$ . Ainsi j'aurais commis une erreur de près de 6 degrés en plus, si, imitant la plupart des observateurs, j'avais donné la température de l'air des galeries non fréquentées de l'étage inférieur de l'exploitation du ravin comme représentant la température réelle de la zone de terrain qui est située dans le même plan horizontal.

L'exemple que je viens de citer est tellement frappant, que je crois inutile de rapporter les faits nombreux de même nature que j'ai recueillis à Littry et à Decise.

En opérant tant dans les mines que je viens de citer, que dans plusieurs autres, où j'ai étendu mes recherches depuis six ans, j'ai constaté un autre fait non moins intéressant; savoir, que, dans le même temps, la température de l'air n'est

presque jamais semblable à la partie inférieure et à la partie supérieure d'une galerie ou de tout autre ouvrage du même genre. Pour une hauteur de moins de 2 mètres, j'ai reconnu quelquefois des différences de 3 ou même de 4 degrés. A l'exploitation du Ravin, par exemple, dans toute l'étendue et aux extrémités des galeries non fréquentées, le thermomètre, placé à 2 décimètres du plancher, marquait 9 à 12 dixièmes de moins que près du plafond. Au front de taille terminant la galerie de roulage de l'étage inférieur, la différence était de 1<sup>o</sup>,9. Cette différence remarquable régnait sur une grande étendue, et comme une pente assez forte favorisait l'écoulement de l'air refroidi vers la cheminée d'aérage, il en résultait au plancher de la galerie un courant qu'on pouvait rendre sensible à l'aide d'un peu de fumée (1), et qui suppléait au défaut de communication entre les extrémités des deux étages. L'air chaud qui occupait le haut de la galerie avait un mouvement en sens contraire, et allait subir l'effet du refroidissement qu'opéraient sur lui les surfaces fraîchement mises à découvert à l'extrémité du percement. Les mêmes effets avaient lieu à l'étage supérieur, ce qui faisait dire aux ouvriers

(1) Pour apprécier la direction et la vitesse des courans d'air dans les mines, on peut employer avec le plus grand succès la fumée produite par la déflagration d'un mélange formé d'antimoine métallique bien pulvérisé et de poudre à tirer, dans les proportions de 2 à 5. Ce mélange, qui m'a été indiqué par mon confrère M. Darcet, a été mis à l'épreuve par la commission dont nous avons fait partie en 1826, pour le curage des égouts de la ville de Paris. Il ne faudrait pas en abuser; il suffira presque toujours dans les mines d'en brûler de très-faibles amorces.

une chose absurde en apparence; savoir, que l'air venait du fond des travaux.

Ce sont, au reste, les dernières expériences dont je viens de rendre compte qui ont le plus contribué à me faire reconnaître que l'influence des causes qui font sans cesse varier la température de l'air contenu dans les mines, s'étend certainement jusqu'au fond des ouvrages les plus écartés. Les conséquences qu'il faut d'ailleurs en tirer relativement au mérite des observations qu'il s'agit de discuter, sont trop évidentes pour que j'aie besoin de m'arrêter à les développer. Ainsi, par exemple, avant d'attribuer, ainsi qu'on le fait, à ces observations une valeur absolue, il eût fallu résoudre cette première question: Quelle est dans une galerie, ou dans toute autre excavation, la couche d'air dont la température est censée représenter celle du terrain environnant?

D'après tout ce qui précède, on peut conclure avec certitude qu'aucune des observations recueillies sur la température de l'air dans les mines ne représente exactement la température propre de la zone de terrain au niveau de laquelle elle a été faite. En supposant que, par un concours de compensations extrêmement peu probables, quelques-unes de ces observations ayant eu lieu au moment où il existait identité de température, rien n'avertirait d'une exactitude aussi fortuite. Aucune n'est donc susceptible d'être comparée avec la température moyenne du pays où elle a été faite. Celles qui ont été obtenues à des niveaux différens dans la même mine, le même jour et à des momens peu éloignés, ne sont guère plus comparables entre elles, quoi-

que en général elles soient plus utiles à consulter que toutes les autres. On ne saurait donc faire usage de cette masse d'observations qu'à titre de simples renseignemens. Il faut avouer que, même sous ce point de vue, la plupart laissent une assez grande incertitude; car, en les publiant, on n'a fait connaître qu'une bien faible partie des détails qui eussent été nécessaires pour en établir la valeur réelle. Il n'en est qu'un petit nombre qu'on puisse, après les avoir discutées d'après les bases qui ont été posées ci-dessus, regarder comme donnant une température soit à-peu-près semblable, soit certainement inférieure à celle du niveau auquel elles se rapportent; ce sont celles qui ont été recueillies pendant des temps froids ou dans des circonstances tout-à-fait exceptionnelles, par exemple dans des excavations peu étendues, quoique profondes, sèches et abandonnées depuis long-temps. Or, ces observations marchent toutes dans le même sens, et quoiqu'on ne puisse les considérer que comme approximatives, il est de fait qu'elles indiquent positivement qu'il existe un certain accroissement de chaleur proportionnel aux profondeurs.

Nous croyons inutile de citer en détail ces dernières observations, parce qu'il sera facile de les distinguer au milieu de toutes celles du même genre qui ont été publiées, et parce que nous reconnaitrons bientôt qu'il existe de meilleurs élémens.

Ces conclusions ne sont certainement pas sans intérêt, mais elles sont loin d'être aussi satisfaisantes qu'on était en droit de l'espérer d'après le nombre des expériences qui ont été recueillies et la persévérance avec laquelle plusieurs obser-

vateurs s'y sont livrés. On est dédommagé jusqu'à un certain point par l'exception qu'il faut faire en faveur des expériences du même genre, mais sédentaires, qui se continuent depuis si long-temps dans les carrières abandonnées, qu'on nomme Caves de l'Observatoire de Paris. Celles-ci sont concluantes; on peut en tirer un résultat numérique et absolu. Leur exactitude offre une compensation de la petite profondeur qu'elles embrassent; elles annoncent incontestablement un accroissement assez rapide de la chaleur souterraine. Au niveau de 28 mètres, la température moyenne d'un thermomètre enfoncé dans un récipient rempli de sable, et qui est porté sur un pilier, se soutient à un degré au-dessous de la moyenne température extérieure. L'étendue des variations que ce thermomètre éprouve dans le cours de l'année n'excède pas d'ailleurs  $\frac{1}{3}$  de degré centigrade.

Tel est définitivement le mérite des expériences qui ont été faites sur la température de l'air des cavités au moyen desquelles nous pouvons pénétrer dans le sein de la terre. Nous allons examiner si les résultats qu'on a obtenus en procédant autrement, et notamment en consultant la température des eaux qui existent dans les mines, offrent, dans le but qui nous occupe, des ressources plus nombreuses ou plus certaines.

L'eau se présente de plusieurs manières dans les mines. Ici, elle sort du rocher sous forme de filtrations plus ou moins abondantes; là, elle parcourt en petits ruisseaux le fond des excavations; ailleurs, elle est stagnante, et elle constitue soit des mares, soit des amas dans les puits, soit de véritables lacs souterrains.

A ne considérer les observations qui ont été faites sur l'eau qui est ainsi contenue dans les mines, que comme formant une masse de renseignemens approximatifs, on peut en conclure sans hésiter qu'il existe un accroissement notable dans la chaleur souterraine. En effet, les expériences ont été exécutées en différentes saisons; les résultats sont tous en excès sur la moyenne température des pays où l'on a opéré; ces différences augmentent rapidement avec les profondeurs; quelque large que l'on veuille faire la part qu'il est permis d'attribuer soit à l'influence des pluies d'été relativement à la température des sources et des filtrations, soit à l'influence de l'air des temps chauds et à celle due à l'éclairage et à la présence des ouvriers à l'égard des eaux courantes ou stagnantes, il n'en reste pas moins un grand nombre d'observations dont le témoignage ne saurait être récusé. La conséquence qui précède ne paraît donc pas contestable; mais c'est tout ce qu'on peut tirer des expériences. Ainsi qu'on le verra tout à l'heure, les nombres qu'elles fournissent ne peuvent pas être regardés comme étant assez exacts pour qu'on puisse en déduire, d'une manière certaine et absolue, la loi de l'accroissement de température en profondeur: les uns doivent être trop forts et les autres trop faibles.

Comme c'est déjà beaucoup que de pouvoir assurer en général qu'il existe un accroissement quelconque, et que cet accroissement est probablement rapide, il est essentiel de s'appuyer ici du résultat d'une expérience de M. W. Fox, qui est beaucoup plus importante qu'elle ne le semble au premier aperçu, et qui aurait bien plus d'in-

térêt si l'auteur n'avait omis de rapporter plusieurs circonstances qu'il eût été bon de faire connaître.

Les eaux qui sortent de la plupart des nombreuses mines d'étain et de cuivre de Cornouailles se rendent, au moyen de divers embranchemens, dans un grand canal, qui les conduit au-dessus de la vallée de Carnon, et qui, à son débouché, verse 1,400 pieds cubes d'eau par minute, environ 60,000 tonnes par jour. Dans un des embranchemens amenant au grand canal les eaux de six mines profondes de 275 à 293 mètres, M. Fox, à une demi-lieue des mines, a trouvé l'eau à 23 degrés. Dans un second embranchement écoulant les eaux de dix mines ayant une profondeur moyenne de 201 à 220 mètres, la température, à un tiers de lieue des mines, a été de 19°,2. Dans un troisième embranchement asséchant sept mines dont la profondeur moyenne était de 183 à 201 mètres, l'eau a marqué 18°,3. Enfin, la température des eaux réunies, prise au débouché du grand canal, s'est trouvée de 20°,7. Si on examine ce résultat, on remarque d'abord qu'il est de 10°,7, au-dessus de la température moyenne du pays. En second lieu, on peut aisément prouver, au moyen des données que nous avons exposées précédemment, qu'il est indépendant de l'influence que l'on pourrait, dans d'autres cas, attribuer à l'éclairage et à la présence des ouvriers. En effet, si l'on veut admettre que les besoins des exploitations asséchées correspondent à l'emploi continuuel de 2,000 ouvriers et de 2,000 lampes brûlant chacune 15 gram. d'huile par heure, on trouve qu'en une heure la chaleur produite par l'éclairage et

par les ouvriers aurait à peine suffi pour élever d'un quart de degré la température d'une masse d'eau égale à celle qui s'est écoulée dans le même temps. Enfin, quelle qu'ait été la température de l'air, qui pendant une heure aurait été en contact avec les eaux écoulées, il n'est pas possible qu'il ait communiqué à ces eaux une quantité de chaleur aussi supérieure à celle dont elles auraient été pourvues par suite de leur filtration à travers les terrains recouvrant les mines, s'il y avait absence de chaleur centrale.

Ces données posées, j'arrive à l'examen des expériences de chaque espèce, considérées sous le point de vue du parti qu'on peut en tirer relativement à la détermination de la loi que suit l'accroissement de la température souterraine.

Il y a infiniment de chances pour que l'eau des filtrations et des sources ne manifeste point une température parfaitement égale à celle du rocher d'où elle sort. En effet, la chaleur initiale des eaux de pluies qui pénètrent dans le sol varie continuellement; tantôt elle est supérieure et tantôt inférieure à la température moyenne du pays; ces différences sont souvent très-grandes pendant toute une saison: de plus, cette chaleur initiale est soumise à beaucoup de modifications qui dépendent de la profondeur à laquelle les eaux descendent, de la multiplicité et de la longueur des conduits, de la lenteur et de l'ancienneté de la circulation, du nombre et de l'étendue des amas d'eau traversés, si toutefois il en existe sur les lignes de trajet. Ces éléments sont très-complicés, il faudrait en posséder l'expression, pour apprécier le mérite du résultat que fournit chaque expérience: or, c'est ce qu'on

ne peut avoir. Tout ce qu'on peut se permettre de conclure, c'est que la plupart des observations sont vraisemblablement très-approximatives, et qu'elles donnent en général des températures plus faibles que celles des zones de terrains au niveau desquels on a opéré, sur-tout lorsque les profondeurs sont considérables. Je dis en général; car, à la rigueur, il serait possible que l'eau d'une source ou d'une filtration de mine eût parcouru des conduits descendant beaucoup plus profondément que l'orifice d'où elle sort, et qu'elle ait eu le temps de prendre la température de ces conduits; il se pourrait encore qu'elle eût parcouru de vieux ouvrages abandonnés, dans lesquels des déblais éprouveraient des décompositions susceptibles de produire une certaine chaleur; mais ces deux cas doivent être très-rares. D'après ce qui précède, le tableau suivant, contenant treize observations faites en Saxe, en France, en Angleterre et au Mexique, peut être consulté comme offrant des renseignemens utiles, quoiqu'on ne puisse en déduire aucune conséquence absolue sous le point de vue qui nous occupe.

Tableau des observations faites sur la température de l'eau des sources dans les mines.

LIEUX, AUTEURS et dates	MINES.	Profon- deurs des stations	TEMPÉRATURE		Profon- deur corres- pon- dante l'accrois- sement de 1 <sup>o</sup> de chaleur
			des sources.	moyenne du pays.	
DES OBSERVATIONS.		Mètres.	Degrés.	Degrés.	Mètres
Saxe. — D'Aubuisson. Fin de l'hiver en 1802.	Mines de plomb et argent de Junglohe-Birke....	78	9,4	8	55,7
	Mines de plomb et argent <i>Id.</i> de Beschertglück....	217	12,5	8	48,2
	<i>Id.</i> de Himmelfahrt....	256	13,8	8	44,2
	<i>Id.</i> de Poullaouen.....	224	14,4	8	35
Bretagne. — D'Aubuisson. — 5 Sept. 1806.	<i>Id.</i> de Poullaouen.....	39	11,9	11,5	97,5
	<i>Id.</i> de Huelgoët.....	75	11,9	11,5	187,5
		140	14,6	11,5	45,2
		60	12,2	11	50
		80	15	11	20
	<i>Id.</i> de Huelgoët.....	120	15	11	24
		230	19,7	11	26,4
Cornouailles. — W. Fox. — Publiée en 1821.	Mines de cuivre de Dol- coath.....	439	27,8	10	24,6
Mexique. — De Hum- boldt.	Mines d'argent de Gua- naxuato.....	522	36,8	16	25,1

D'après ce tableau, la profondeur correspondante à l'accroissement d'un degré de température serait (en nombres ronds), savoir : par quatre observations faites dans trois mines de Saxe, de 58 à 35 mètres, moyenne 46 mètres ; par trois observations à Poullaouen, 187 à 45 mètres, moyenne 110 mètres ; par quatre observations à Huelgoët, 50 à 20 mètres, moyenne 30 mètres ; par une observation à Dolcoath, de 25 mètres ; et par une observation faite à Guanaxuato, de 25 mètres.

Les eaux courantes des mines sont bien moins

propres à donner des indications exactes que les sources et les filtrations. Elles proviennent ordinairement de la réunion de plusieurs filets ayant des origines différentes. Suivant les circonstances locales et la longueur de leur cours, elles sont plus ou moins affectées dans leur température, soit par le contact avec le sol sur lequel elles ont coulé, soit par l'effet de l'évaporation, soit par l'influence de l'air environnant. Ainsi, par exemple, elles peuvent être fort au-dessus de la température propre du niveau de l'observation, si elles ont eu de nombreux contacts avec un air très-échauffé par l'effet de la saison, et tout-à-la-fois par celui de l'éclairage et de la présence des ouvriers, et si les parois des excavations ont eu le temps de contracter elles-mêmes une chaleur supérieure à celle qu'elles possédaient originairement. Les observations du genre dont il s'agit sont donc soumises à des causes d'incertitude trop multipliées pour qu'on puisse en déduire des conséquences tant soit peu approximatives relativement à la loi que suit l'accroissement de température dans le sein de la terre.

Examinons maintenant les trois cas que nous avons distingués relativement aux eaux stagnantes.

1<sup>o</sup>. Les petites mares que l'on rencontre dans les mines ne peuvent évidemment donner que des indications très-fautives ; car ces indications peuvent varier d'après les causes suivantes, savoir : la température initiale de l'eau, celle du terrain si elle a été modifiée, celle de l'air, et l'influence de l'évaporation. On conçoit, d'ailleurs, que, pour peu que la mare soit profonde, la température de la surface pourrait être plus éle-



vée que celle du fond. Je citerai deux exemples pour appuyer ces considérations.

A Carmeaux, dans l'étage de la mine du Ravin, où, le 9 novembre 1822, j'ai trouvé la température propre de la roche à  $17^{\circ},1$ , et où l'air marquait, savoir : près du sol des galeries  $21^{\circ},5$  à  $22^{\circ}$ , et près du plafond  $23^{\circ}$  à  $23^{\circ},4$ ; j'ai noté dans de très-petites mares  $18^{\circ},6$  à  $19^{\circ},5$ .

A Littry, dans un étage au fond duquel j'ai trouvé la température propre du rocher à  $16^{\circ},135$ , l'air marquant  $21^{\circ},66$ , près du plafond de la galerie, j'ai reconnu que la température de l'eau d'une petite bêche ayant 4 décimètres de profondeur s'élevait à  $17^{\circ},65$ .

Dans ces deux cas, la température de l'eau aurait donné une indication assez fautive de la chaleur propre du terrain.

On est donc fondé à rejeter l'emploi de la presque totalité des observations de ce genre. Les nombres qu'on en déduirait seraient affectés de trop d'incertitude pour qu'on pût les consulter utilement, même comme renseignemens approximatifs, sous le point de vue dont il s'agit.

2°. L'eau des puisards jouit communément d'une température très-composée, et qui ne pourrait représenter exactement celle du sol environnant que dans des cas très-rares, résultant de compensations qu'il serait impossible d'apprécier. En effet, cette température dépend de la chaleur initiale de tous les filets d'eau qui affluent de différens niveaux, de celle de la roche formant le bassin, laquelle peut avoir été plus ou moins modifiée, de la durée du séjour des eaux et de l'influence ordinairement très-actives de l'aérage. De plus, si le puisard avait

une grande profondeur, telle que 50 et même 100 mètres, ce qui peut arriver, la température y serait difficilement uniforme dans le sens vertical; le liquide du fond pourrait être sensiblement plus froid que celui de la surface. D'après ces considérations, et d'après celles qui ont été précédemment exposées, on est fondé à croire que les résultats des indications recueillies dans les puisards sont généralement inférieurs à ceux qu'il s'agissait d'obtenir. J'en cite un exemple.

A Decise (au puits neuf), j'ai pris la température d'un puisard, qui était en communication avec une grande étendue de vieux ouvrages inondés et abandonnés depuis fort long-temps, et dont on tirait depuis un an 240 tonnes de 5 hectolitres par vingt-quatre heures. Le niveau de l'eau était à 132 mètres 5 dixièmes du jour; le thermomètre a marqué  $16^{\circ},12$ , quantité notablement supérieure à la moyenne température du pays, mais inférieure de  $4^{\circ},2$  à la température propre que le terrain devait avoir à ce niveau, d'après les expériences dont je rendrai compte. L'eau extraite présentait une circonstance que je regarde comme étrangère au résultat de l'expérience. Elle dégageait une faible odeur de gaz hydrogène sulfuré, comme cela arrive à la plupart de celles qui ont séjourné dans les vieux ouvrages des mines de houille.

D'après les considérations ci-dessus, on pourra utilement consulter le tableau suivant, comme donnant en général des *minima*; il contient les résultats de douze observations faites en Angleterre, en Saxe et en Bretagne.

Tableau des observations faites sur la température de l'eau des puisards dans les mines.

LIEUX, AUTEURS et dates	MINES.	Profon- deurs des stations.	TEMPÉRATURE		Profon- deur corres- pon- dante à l'accrois- sement de 1° de chaleur
			des pui- sards.	moyenne du pays.	
DES OBSERVATIONS.		Mètres.	Degrés.	Degrés.	Mètres.
Cornouailles. — W. Fox. — Publiées en 1822.	Mine de cuivre de South- Huel-Towan.....	82,3	15,6	10	14,7
	Mine de cuivre et étain de Huel-Unity-Wood..	157,4	17,8 25,6	10 10	20,2 16,9
	<i>Id.</i> de Poldice.....	263,5	26,7	10	15,8
	Mine de cuivre de Gwen- nap.....	274,5	24,4 26,7	10 10	19 16,4
Devonshire. — W. Fox. — Publiées en 1822.	<i>Id.</i> de East-Liscomb....	150	17,8	10	19,3
	Mine de plomb de Bee- ralston.....	219,6	19,2	10	23,9
Suis.e. — De Saussure. — Au printemps de 1785.	Mine de cuivre de Huel-Friendship.	311,1	18	10	38,9
	Mine de sel de Bex.....	220	17,4	9 (1)	26,4
Bretagne. — D'Aubuis- son. — 5 sept. 1806.	Mine de plomb et argent	142	14,2	11,5	52,6
	de Poullaouen.....	150	13,5	11,5	75

D'après ce tableau, la profondeur correspon-  
dante à l'accroissement d'un degré de chaleur  
serait (en nombres ronds), savoir : par six ob-

(1) Cette moyenne température est approximative et  
vraisemblablement un *maximum*. Connaissant les lieux,  
je l'ai conclue des données suivantes : moyenne tempéra-  
ture de Zurich, 8°,8, par six années, Escher et Wahlem-  
berg. *Idem*, de Coire, 9°,2, par quatre années, de Salis et  
Wahlemberg. *Idem*, de Genève, 9°,6.

Les autres moyennes de mes quatre tableaux sont celles  
que les auteurs des expériences ont indiquées, je revien-  
drai ci-après sur leur mérite.

servations faites dans quatre mines de Cor-  
nouailles de 19 à 15 mètres, moyenne 17 ; par  
trois observations dans trois mines du Devon-  
shire de 39 à 19 mètres, moyenne 27 ; par une  
observation à Bex de 26 mètres ; et par deux ob-  
servations à Poullaouen de 75 à 53 mètres,  
moyenne 64.

3°. Enfin, on ne peut contester que les eaux,  
qui sont stagnantes dans les mines sous forme  
de grandes inondations, de véritables lacs sou-  
terrains, ne soient, après un long séjour, très-  
propres à donner des indications fort approxi-  
matives sous le point de vue qui nous occupe.

Les observations de ce genre mènent générale-  
ment à des résultats inférieurs à la température  
propre du terrain situé au même niveau, à moins  
que l'amas d'eau n'ait une grande profondeur ;  
car alors la surface du liquide pourrait mani-  
fester une chaleur qui appartiendrait à un ni-  
veau inférieur. Dans tous les cas, les notations  
qui ont été recueillies approchent assez de l'exac-  
titude pour qu'il soit indispensable de chercher  
quels sont les nombres qui expriment l'accroisse-  
ment de température souterraine qu'on en peut  
dédire. C'est ce que le tableau suivant, conte-  
nant les résultats de neuf observations faites en  
Bretagne, en Saxe et en Angleterre, nous ap-  
prend.

Tableau des observations faites sur la température de l'eau de grandes inondations dans les mines.

LIEUX, AUTEURS et dates DES OBSERVATIONS.	MINES.	Profondeurs des stations.	TEMPÉRATURE		Profondeur corres- pondante à l'accrois- sement de 1° de chaleur.
			des lacs souter- rains.	mojenne du pays.	
		Mètres.	Degrés.	Degrés.	Mètres.
Cornouailles. — W. Fox. — Observat. publiées en 1822.	Mine de cuivre de North-Huel-Virgin (inondation très-profonde)....	71,4	15,6	10	12,75
	<i>Id.</i> de Nangiles (inondation très-profonde)..	161	14,4	10	36,6
	<i>Id.</i> de Gwennap (inondation profonde de 128 mètres).....	183	15,6	10	32,7
	Mine de Tingtang (inondation presque épuisée, n'ayant plus que 18 mètres de profondeur).....	196	17,5	10	26,1
	Mine de cuivre de Huel-Maid (inondation en épuisement, et n'ayant plus que 55 mètres de profondeur).....	230,6	15,6	10	41,2
	Mine de cuivre et étain de Tincroft (inondation en épuisement, n'ayant plus que 18 mètres de profondeur)....	230,6	17,2	10	32
	Mine d'étain d'United-Mines (inondation profonde de 55 mètres)...	329,4	26,7	10	20
Saxe. — D'Aubuisson. — Fin de l'hiver de 1802.	Mine de plomb et argent de Junglobe-Birke (grande inondation profonde de 36 mètres).....	319,2	17,2	8	34,24
Bretagne. — D'Aubuisson. — 5 septembre 1806.	<i>Id.</i> de Huelgoët (inondation profonde de 16 mètres).....	238	18,8	11	43,3

D'après ce tableau, la profondeur correspondante à l'accroissement d'un degré de chaleur serait (en nombres ronds), savoir : par sept observations faites dans sept mines de Cornouailles, de 41 à 15 mètres, moyenne 29 mètres ; par une observation dans une mine de Saxe, de 34 mètres, et par une observation à Huelgoët, de 43 mètres.

La seule comparaison des résultats numériques des trois tableaux qui précèdent suffirait pour faire apprécier l'imperfection des moyens d'expérience qui ont été employés. Ainsi, par exemple, les expressions de l'accroissement de chaleur qui ont été trouvées pour la même mine, présentent des variations dont l'étendue dépasse infiniment celle qu'il serait permis d'admettre pour faire la part soit des anomalies dues aux accidens du terrain, soit des petites inexactitudes qui peuvent affecter ce genre d'observations ; mais les conséquences approximatives qu'on est en droit de tirer de l'ensemble des expériences n'en subsistent pas moins. De plus, l'inégalité des résultats d'un pays à un autre est frappante, et me paraît constituer un point de vue tout-à-fait nouveau, auquel j'aurai occasion de revenir.

J'arrive enfin à examiner les expériences qui ont été faites par des procédés plus immédiats que ceux dont je viens de discuter les résultats ; elles ont eu pour but de prendre directement la température du sol à chacun des niveaux où l'on a opéré. Leur nombre est peu considérable ; elles se réduisent aux suivantes, savoir :  
1°. Dans deux mines de Saxe, celles de Beschert Glück et d'Alte Hoffnung-Gotes, M. de Trébra a fait placer des thermomètres stationnaires

dans les galeries situées à différens niveaux, qui étaient éloignées des travaux en activité, dans lesquelles l'air circulait peu et où l'on passait rarement avec des lumières. Chaque thermomètre était enfermé dans une niche vitrée sur le devant, et, de plus, contenu dans un tube de verre; la boule se trouvait enfoncée dans une entaille pratiquée exprès dans le rocher. Une porte en bois recouvrait la vitre, et n'était ouverte que lorsqu'on voulait observer. Les observations ont été suivies pendant long-temps, et dans l'une des mines elles ont été répétées jusqu'à trois fois par jour pendant deux ans; elles étaient confiées aux maîtres-mineurs de service et vérifiées de temps en temps par des officiers supérieurs. Ce système est évidemment meilleur que ceux dont nous avons parlé, mais il n'est pas sans reproche. Dans des mines aussi anciennes, aussi fréquentées, aussi parfaitement aérées que celles dont il s'agit, la température des parois d'une galerie qui n'a pas cessé d'être en communication avec le reste des travaux, a eu le temps de recevoir des modifications notables. La mine de Beschert Glück, par exemple, est ouverte depuis deux siècles; à l'époque des expériences, il s'y trouvait continuellement près de deux cents ouvriers et deux cents lumières pendant cinq jours de la semaine, et cet état de choses durait depuis environ trente ans: ainsi donc, quoique les thermomètres aient été invariables sur chaque point, du moins, à ce qu'assure M. de Trébra, il est très-peu probable que les expériences aient précisément indiqué la température initiale du rocher à chaque niveau d'observation. Si l'on veut considérer le grand développement des tra-

vaux, l'énorme capacité des excavations, l'abondance des eaux et toutes les autres circonstances accessoires, on sera porté à regarder les notations recueillies comme étant au-dessous de la température initiale qu'il s'agissait de connaître: les résultats sont consignés dans le tableau que nous donnerons ci-après.

2°. Dans une mine de Cornouailles, celle dite *United-Mines*, on a pris la température du sol de deux galeries qui avaient été inondées pendant deux jours, et, à cet effet, on a enfoncé le thermomètre à quelques pouces dans les matières terreuses formant le plancher de ces galeries. Il est évident que cette expérience, faite passagèrement, comporte plusieurs espèces d'incertitudes. Suivant toute probabilité, la température observée ne représente qu'approximativement la température initiale du niveau où l'on a opéré. Avant l'inondation, le sol avait déjà une température composée, à raison de toutes les causes qui avaient agi sur lui depuis l'ouverture des galeries. Après l'inondation, le séjour des eaux avait nécessairement produit une modification quelconque, car il est presque impossible qu'elles soient arrivées avec une température égale à celle des travaux qu'elles ont remplis. A l'appui de ces considérations, je citerai les résultats des expériences suivantes.

À l'exploitation du Ravin près de Carneaux, dans l'étage inférieur dont j'ai déjà parlé, à 17 mètres de la taille, le thermomètre, enfoncé d'environ 2 décimètres dans les déblais humides et battus qui formaient le sol de la galerie, a marqué 20.6 de plus que la température propre à ce niveau. En opérant de même dans des parties

plus éloignées, j'ai trouvé 2°,8 et jusqu'à 3°,1 de différence également en excès. J'aurais probablement eu des différences moindres ou même en sens contraire, si, au lieu d'observer en automne, j'eusse opéré à la fin de l'hiver, et après des froids soutenus.

On est donc fondé à regarder ce genre d'expérience comme fort inexact. Je ne rapporte les résultats qui seront consignés ci-après que comme des approximations qu'il n'est pas inutile de prendre en considération.

3°. Enfin, dans une autre mine de Cornouailles, celle de Dolcoath, on a tenu, pendant dix-huit mois, un thermomètre enfoncé à un mètre dans le rocher d'une galerie. Je n'ai pu me procurer les détails de cette expérience importante; mais il est à présumer qu'un observateur aussi zélé que M. W. Fox, à qui elle est due, y aura donné les soins convenables. Toutefois, si l'on n'avait pas choisi un fond de galerie, si l'on ne s'était point placé non-seulement loin des travaux en activité, mais encore de tous vieux ouvrages, il y aurait des chances d'incertitude. On ne saurait donc absolument répondre de l'exactitude du résultat; dans tous les cas, on ne peut refuser de l'admettre comme très-approximatif: j'en consigne la notation dans le tableau suivant, qui réunit tout ce qui a rapport aux expériences faites dans le roc même des excavations. Ce tableau contient neuf résultats obtenus en Saxe et en Cornouailles.

Tableau des observations faites sur la température du roc dans les mines.

LIEUX, AUTEURS et dates	MINES.	Profondeurs des stations	TEMPÉRATURE		Profondeur correspondante à l'accroissement de 1° de chaleur.
			du roc.	moyenne du pays.	
<i>Première espèce d'observations.</i>					
Saxe. — De Trébra. — 1805, 1806, 1807.	Mines de plomb et argent de Beschert. Glück.....	Mètres. 180	Degrés. 11,25	Degrés. 8	Mètres. 55,38
		260	15	8	37,1
Saxe. — De Trébra. — 1815.	<i>Id.</i> d'Alte Hoffnung- Gotes.....	71,9	8,75	8	95,88
		168,2	12,81	8	35
		268,2	15	8	38,3
		379,54	18,75	8	35,3
<i>Seconde espèce d'observations.</i>					
Cornouailles.—W. Fox. — Publiées en 1821.	Min. de cuivre dites <i>United-Mines</i> .....	348	30,8	10	16,7
		366	31,1	10	16,6
<i>Troisième espèce d'observations.</i>					
<i>Id.</i> — <i>Id.</i> — Publiées en 1822.	Mine de cuivre de Dol- coath.....	421	24,2	10	30

D'après ce tableau, la profondeur correspondante à l'accroissement d'un degré de chaleur serait (en nombres ronds), savoir: par deux sé-

ries d'observations faites pendant deux ans sur deux points de la mine de Beschert Glück, de 55 à 37 mètres, moyenne 46 mètres; par quatre séries d'observations faites en 1815, sur quatre points de la mine d'Alte Hoffnung-Gotes, de 96 à 35 mètres, moyenne 51; par deux observations recueillies passagèrement à la mine dite *United-Mines*, de 17 mètres; et par une série d'observations, qui ont duré dix-huit mois, sur un point de la mine de Dolcoath, de 30 mètres.

Si on veut comparer ces résultats numériques avec ceux obtenus précédemment, on verra qu'ils mènent, à peu de chose près, aux mêmes conséquences: je les confondrai donc dans les conclusions qu'il faut tirer de tout ce qui précède.

Mais avant de résumer ces conclusions, je dois exposer brièvement plusieurs considérations importantes qui peuvent influencer sur le jugement que l'on doit porter relativement au mérite des expériences qui ont été discutées.

*Première considération.* On ne sait pas assez que les thermomètres sont des instrumens presque toujours assez imparfaits, même ceux qui sortent des meilleurs ateliers. D'abord, par inadvertance du fabricant, l'échelle peut avoir été placée un peu trop haut ou un peu trop bas; je possède un instrument de ce genre, très-bon d'ailleurs, dans lequel le zéro de l'échelle était primitivement de 0,3 au-dessous du terme de congélation. En second lieu, par l'effet de très-petites inégalités dans le calibre des tubes, des différences de 3 à 4 dixièmes sont très-communes dans la marche de deux instrumens regardés comme passablement bons: j'ai vu souvent des variations plus grandes. Enfin, par un vice inhé-

rent à l'instrument en général, à mesure qu'il devient ancien, le mercure se tient plus haut qu'il ne devrait être pour correspondre avec les indications de l'échelle, et cette élévation, qu'on attribue à une contraction lente de la boule, peut aller quelquefois à plus d'un degré.

Dans les expériences qui nous occupent, le premier soin des observateurs devait être de vérifier l'exactitude des thermomètres sous ces différens points de vue, et le second de rendre compte des vérifications. Malheureusement aucun des observateurs n'a eu cette dernière attention; en sorte que, quoique l'on doive présumer que les vérifications ont eu lieu, on n'en a point la certitude.

*Deuxième considération.* On calcule l'accroissement de la température souterraine, en comparant les résultats des expériences faites dans la profondeur, soit avec les résultats obtenus à un niveau plus élevé, soit avec la moyenne température du pays, ce qui est préférable. Dans ce dernier cas, l'exactitude de la comparaison n'est parfaite que lorsque l'on connaît précisément cette moyenne température: or, à l'exception des données de l'Observatoire de Paris, je ne crois pas que l'on puisse répondre des moyennes que j'ai employées ci-dessus, à un demi-degré près, soit en moins, soit en plus.

*Troisième considération.* On peut avoir des doutes sur la profondeur absolue des points où la plupart des observations ont été faites. Il paraît probable que presque tous les observateurs ont rapporté cette profondeur au plan dans lequel l'entrée du puits de service le plus voisin des stations est située. S'ils avaient pris la peine

de déterminer par des opérations rigoureuses la distance comprise entre chaque station et le point de la surface extérieure du sol, qui est situé dans la même verticale, ils n'auraient point manqué d'en faire mention : or, comme les puits sont rarement ouverts sur des hauteurs, il est à présumer que la plupart des profondeurs assignées sont trop faibles, et que, par conséquent, à ne considérer que cette seule cause, les accroissemens de température que l'on aurait conclus seraient trop forts.

Au reste, l'influence de cette cause d'inexactitude serait d'autant moindre qu'il s'agirait d'expériences faites à de plus grandes profondeurs. Il en est de même des deux premières causes que nous avons examinées.

*Quatrième considération.* Tous les renseignemens recueillis sur la température des sources d'eau douce, sur celle des fontaines jaillissantes artificielles, sur celle des cours d'eau assez volumineux pour faire tourner des usines à leur sortie de terre, tels que la rivière d'Isle près de Vaucluse, et la Touve près d'Angoulême, concourent à prouver l'accroissement de la chaleur souterraine. Je ne connais d'exception que lorsque les sources sont dominées par de hautes montagnes, dans lesquelles il fond annuellement une grande quantité de neiges : c'est à ce cas d'exception que se rapportent les deux faits suivans observés par de Saussure, le premier au mois d'août 1789, et le second le 4 août 1792 (1) : un cours d'eau, capable, à sa sortie de terre, de

(1) *Voyages dans les Alpes*, § 1403 et § 2226.

faire tourner une usine, et qui est situé près de Macugnaga, au fond du grand cirque neigeé du Mont-Rose, n'a marqué au thermomètre que  $3^{\circ},75$  ; d'abondantes fontaines, ruisselant au pied d'une puissante chaîne calcaire, à environ 550 mètres au-dessus de la mer, au fond de la vallée de l'Arve, près de Sallesche en Savoie, ont marqué  $7^{\circ},7$ .

A ces faits j'ajouterai le suivant, qui est plus remarquable : les belles fontaines de Médouze, situées dans les Hautes-Pyrénées, à l'entrée de la vallée de Campan et au niveau même du fond de cette vallée célèbre, produisent un cours d'eau rapide, qui, à sa sortie du rocher, fait tourner trois usines dans un espace de 200 pas. Le 22 septembre 1822, à 10 heures du matin, j'ai trouvé leur température à  $10^{\circ},4$ , c'est-à-dire inférieure d'environ 4 degrés à la moyenne température du fond de la vallée (le vif courant d'air qui sortait avec les eaux était à la même température).

Les anomalies de ce genre sont faciles à expliquer d'après les circonstances locales ; il n'en peut résulter aucune objection plausible contre la conséquence générale qu'il faut tirer de la chaleur de toutes les sources d'eau douce, et de tous les cours d'eau de même espèce qui proviennent de l'intérieur de la terre.

*Cinquième et dernière considération.* Anciennement, lorsque la minéralogie se bornait à l'étude de quelques substances rares et brillantes, on voyait des pyrites par-tout, même dans les laves, quoiqu'elles en soient complètement dépourvues, et on croyait rendre raison de plusieurs grands phénomènes dépendant de la constitution de la terre, en supposant des fermentations souterraines produites par la décomposition

de ces pyrites. Ces deux sortes de préjugés sont maintenant bien discrédités, du moins parmi les personnes qui sont au courant des progrès de la géologie : en effet, les pyrites sont infiniment moins abondantes qu'on ne l'avait supposé, surtout en amas de quelque étendue; elles sont à jamais inaltérables tant qu'elles restent enveloppées dans les roches qui les renferment. Placées dans les circonstances les plus favorables, deux des trois espèces de pyrites qui ont été reconnues sont persistantes ou ne se décomposent qu'avec une extrême lenteur. Une seule espèce, le sulfure blanc, est susceptible de se décomposer avec rapidité, mais il faut pour cela des circonstances toutes particulières, et ces circonstances sont toujours le produit de l'art, excepté dans quelques cas naturels, si rares et si restreints, qu'on peut en faire abstraction. Pour que les masses pyriteuses de cette espèce s'altèrent d'une manière notable, il faut d'abord qu'elles aient pu s'ameublir naturellement ou bien qu'on les ait réduites en fragmens, car la décomposition n'agit qu'en raison des surfaces. Il faut, de plus, que les cavités qui en contiennent, ou que les déblais qui en renferment, ne soient ni trop ni trop peu abreuvés d'humidité, et que la circulation de l'air ne soit pas active, autrement l'altération est très-lente, et dès-lors il n'en résulte aucun dégagement sensible de chaleur. Je citerai à ce sujet un exemple remarquable.

Les mines de houille de Saint-Georges Lavençac, dans le département de l'Aveyron, consistent en couches horizontales, ayant au plus un demi-mètre de puissance, et qu'on exploite par galeries débouchant au jour vers le haut de la pente, qui borde, à l'ouest, l'immense plateau

calcaire de Larzac, dans lequel elles sont situées. Le toit et le plancher de chaque couche sont formés d'un schiste bitumineux et pyriteux, qui a été l'objet d'une grande exploitation lorsque le prix de la couperose et de l'alun était beaucoup plus élevé qu'à présent. On laissait le schiste s'effleurir en grande partie dans la mine avant de l'extraire. J'ai anciennement visité ces mines, et je n'y avais remarqué aucune élévation extraordinaire de température. J'y suis retourné le 5 novembre 1822; les travaux s'étendaient fort loin dans le corps de la montagne, et leur sécheresse était remarquable; les galeries n'avaient, suivant la coutume du pays, que la hauteur suffisante pour que le mineur pût travailler couché sur le flanc, et sortir, en rampant, le traîneau chargé de combustible minéral; elles étaient très-sinueuses et souvent étranglées; l'air circulait très-imparfaitement et d'une manière peu sensible. Le schiste pyriteux était par-tout en décomposition soit à la surface des excavations, soit au milieu des nombreuses accumulations de déblais. Cependant la température de l'air, dans les travaux, ne dépassait sur aucun point  $20^{\circ},4$  : or, il est à remarquer que l'air extérieur était alors à  $19^{\circ},8$ , et que j'ai opéré entre deux et trois heures d'après midi.

En général, il est constant que les circonstances propres à produire une chaleur tant soit peu notable par la décomposition du fer sulfuré blanc dans les mines sont peu fréquentes, et que quand elles se rencontrent il est rare qu'elles agissent sur de grandes masses. Rien de plus facile d'ailleurs à reconnaître et à constater que les effets de ce genre : la roche s'ameublît et se ré-



sont en terre ou en gravier ; des efflorescences salines se manifestent en très-grande abondance ; les eaux deviennent fortement vitrioliques , et leur circulation donne lieu à divers inconvéniens auxquels le mineur doit pourvoir ; enfin , pour peu qu'une masse de déblais ou de rocs éboulés et affaîssés vienne à prendre une température supérieure à celle des travaux environnans , il n'est aucun ouvrier qui n'en fasse la remarque.

Ainsi , par exemple , lorsque je suis descendu dans les mines de Decise le 1<sup>er</sup>. sept. 1825 , on a prévenu mes questions sous le point de vue dont il s'agit , en m'indiquant une portion des anciens travaux , très-éloignée de celle dans laquelle j'ai fait les expériences dont je rendrai compte , où les mineurs travaillaient absolument nus. La taille était au milieu d'un vieux massif de houille cerné par des déblais échauffés depuis longtemps. A la main , la surface de la taille qui venait d'être dépouillée paraissait tiède. Au thermomètre , l'intérieur de la houille a marqué 27 degrés , c'est-à-dire 8 degrés de plus que la chaleur propre que le terrain aurait dû présenter à ce niveau. L'air qui circulait à peine dans ce petit ouvrage marquait 28 degrés.

Je terminerai ce qu'il était nécessaire d'exposer à ce sujet , en faisant remarquer qu'une partie des observations que nous avons discutées ont été faites soit dans des excavations où il n'y avait point de pyrites , soit dans des mines où il en existait une si petite quantité ou bien de si peu décomposables , qu'on peut en faire abstraction. Cette remarque s'applique nécessairement aux conduits de nature si variée , dans lesquels les

eaux qui filtrent dans les mines , et même en général celles des sources superficielles , vont prendre leur température. A l'égard des mines où il existait des pyrites en quantité tant soit peu notable , les observateurs se sont assurés qu'il n'en pouvait résulter aucune influence sur la température des excavations où ils ont opéré. L'habileté des observateurs ne peut laisser aucun doute à ce sujet , et leur témoignage , fortement prononcé , est en harmonie avec ce que nous venons d'exposer.

Nous résumerons maintenant de la manière suivante les conséquences qu'il faut tirer de la première partie de notre travail :

1<sup>o</sup>. Si l'on écarte un certain nombre d'observations comme offrant trop d'incertitude , toutes les autres annoncent d'une manière plus ou moins positive qu'il existe un accroissement notable de température à partir de la surface de la terre vers l'intérieur : c'est donc avec raison que l'on avait admis cet accroissement.

2<sup>o</sup>. Les résultats recueillis à l'Observatoire de Paris sont les seuls dont on puisse conclure avec certitude une expression numérique de la loi que suit cet accroissement. Cette expression porte à 28 mètres la profondeur qui correspond à l'augmentation d'un degré de chaleur souterraine ( et pour le dire en passant , il en résulte que la température de l'eau bouillante ne serait qu'à 2,503 mètres , ou une bonne demi-lieue , au-dessous de Paris ).

3<sup>o</sup>. Parmi tous les autres résultats , un petit nombre seulement fournissent des expressions numériques assez approximatives de la loi cherchée , pour qu'on puisse les porter en ligne de

compte. Ces expressions varient de 57 à 13 mètres pour 1° d'accroissement ; leur moyenne annonce en général une augmentation plus rapide que celle qu'on avait admise jusqu'à présent. Leur témoignage a d'autant plus de poids qu'elles comprennent les produits de plusieurs séries d'observations sédentaires.

4°. Enfin, en groupant par contrées tous les résultats admissibles à tel titre que ce soit, je suis conduit à pressentir une notion nouvelle et importante, savoir : que les différences entre les résultats recueillis dans le même lieu ne tiennent pas seulement à l'imperfection des expériences, mais à une certaine irrégularité dans la distribution de la chaleur souterraine d'un pays à un autre.

Ainsi les observations qui ont été publiées jusqu'à ce jour ont un mérite réel, une valeur effective et incontestable ; mais il est évident aussi qu'elles laissent beaucoup à désirer à certains égards. Dans cet état de choses, comme c'est moins le nombre qui importe que le choix et l'exactitude des expériences, j'espère que les expériences auxquelles je me suis livré, et dont je vais rendre compte, seront utiles, ne fût-ce que pour satisfaire aux premiers besoins de la science.

#### DEUXIÈME PARTIE.

##### *Expériences nouvelles et directes sur la température souterraine.*

Ne pouvant faire que des expériences passagères dans les mines, j'ai pensé que les mines de houille m'offriraient plusieurs circonstances favorables qu'on ne peut point rencontrer dans les exploitations métalliques, et dont je pourrais

tirer un grand parti. En effet, dans ces mines on est obligé de pousser des galeries d'aménagement à une grande distance au milieu du sol vierge. Ces ouvrages, creusés dans la houille, substance qui est facile à excaver, avancent avec rapidité, en sorte que le front de la taille n'a jamais le temps de perdre sensiblement sa température propre et native. De plus, on peut en quelques minutes percer dans la houille des trous profonds, dans lesquels des thermomètres, placés avec les précautions convenables, prennent incontestablement la température du sol : or, tel est le fond du procédé que j'ai suivi.

Les thermomètres que j'ai employés sont enveloppés de manière à ce qu'ils puissent conserver pendant un temps suffisant la température acquise dans le terrain. A cet effet, chaque instrument est enroulé, d'une manière lâche, dans une feuille de papier de soie, formant sept tours entiers : ce rouleau, exactement fermé au dessous de la boucle, est serré par un fil un peu au dessous de l'autre extrémité de l'instrument, en sorte qu'on peut en sortir à volonté la portion du tube qu'il est nécessaire de voir pour observer l'échelle, sans craindre le contact de l'air ; le tout est contenu dans un étui de fer-blanc. Je me suis assuré que mes thermomètres, ainsi disposés et placés dans la glace fondante, ne mettaient pas plus de douze minutes pour descendre de 15° à 0°. Enfoncés à 5 décimètres de profondeur dans un tas de sable très-légèrement humide et déposé au fond d'une cave, il leur fallait, dans les circonstances où j'ai opéré, un peu moins de vingt minutes pour en prendre exactement la

ce mode d'expérience, dont j'ai d'ailleurs fait usage sur tous les autres points où j'ai opéré, doit donner des résultats exacts. Je crois du moins n'avoir omis aucune des précautions convenables pour atteindre ce but. Pour prévenir la seule objection qu'on pourrait peut-être me faire, j'ajouterai qu'ayant toujours observé dans des galeries où l'air était à une température supérieure à celle du terrain, ce qui m'était connu tant par quelques expériences préliminaires que par la condensation d'une légère humidité à la surface des tailles, c'est à dessein que j'ai incliné les trous de fleuret; au moyen de cette inclination, l'air, une fois introduit dans les trous, ne pouvait s'y renouveler, puisqu'il y était refroidi et se trouvait par conséquent plus pesant que celui des galeries. Sa température initiale n'a pas pu d'ailleurs influencer d'une manière appréciable sur les résultats des expériences. Par un temps froid, il eût fallu donner aux trous une direction légèrement ascendante.

L'exploitation du Ravin à Carmeaux, dans laquelle je suis descendu en 1822 et en 1825, et que j'ai déjà décrite, est située au pied des cotéaux qui bordent la rive droite du Cérrou. En 1822, j'ai pris ma station à l'extrémité de l'étage inférieur, au fond de la galerie principale, laquelle avait alors 275 mètres de longueur à partir de la partie inférieure du puits. J'ai donné précédemment la température de l'air tant dans cet étage qu'à l'extérieur de la mine. J'ai, du reste, opéré comme ci-dessus. Le thermomètre, après être resté près d'une heure dans un trou de fleuret, profond de 63 centimètres, et qui avait été percé en quatre minutes, a marqué  $17^{\circ},1$ . En

1825, voulant examiner si la température se soutiendrait avec égalité dans le même terrain, j'ai fait une nouvelle expérience à l'extrémité de la même galerie, qui avait été fort avancée. Je trouvai, eu égard aux niveaux des deux stations, une différence si petite que je ne m'y arrêtai pas. Je ne cite l'expérience que comme attestant l'exactitude du premier résultat.

Pour déduire rigoureusement des résultats qui précèdent l'accroissement de la température souterraine, il faudrait connaître la moyenne température du pays : or, nous l'ignorons, et la connaissance des moyennes plus ou moins douteuses de Toulouse ( $14^{\circ},5$ ), Montauban ( $13^{\circ},1$ ) et Montpellier ( $15^{\circ},2$ ), fournies, la première, par M. d'Aubnisson, et les deux autres par le P. Cotte, ne conduirait qu'à une estimation fort incertaine; mais on peut aussi prendre pour terme de comparaison la température dont le sol est pourvu à un niveau très-voisin de celui où les variations mensuelles et annuelles de la chaleur superficielle commencent à devenir peu sensibles. J'ai eu recours à ce dernier moyen, et j'ai fait les expériences suivantes.

Il existe à quelques mètres du puits Castillan, à l'auberge de Bigorre, un puits d'eau douce ayant 13 mètres de profondeur totale, et qui ne tarit jamais. Au 19 septembre 1825, il s'y trouvait 5 mètres d'eau. Cette eau, qu'on a mêlée, et qui n'a été extraite que lorsque le seau en avait pris la température, a marqué  $13^{\circ},15$  : nombre qu'il faut rapporter au niveau de 11 mètres 5 dixièmes, à cause du mélange du liquide.

A 400 mètres environ du puits du Ravin, et dans le fond de la vallée du Cérrou, près de la

maison Vériac, un autre puits ayant 6 mètres 5 dixièmes de profondeur totale, qui ne tarit dans aucun temps, et qui contenait alors 65 centimètres d'eau, a fourni, en procédant comme ci-dessus, de l'eau à  $12^{\circ},9$  : nombre qu'il faut rapporter au niveau de 6 mètres 2 dixièmes au-dessous de la surface du sol, à cause du mélange du liquide.

Ces deux observations marchent fort bien ensemble. La première sur-tout paraît susceptible de donner un terme de comparaison convenable : en effet, dans le puits dont il s'agit, le liquide est continuellement renouvelé par une extraction journalière assez notable, et sa masse est très-grande eu égard à la surface par laquelle il reçoit les très-petites influences que l'air extérieur peut produire à cette profondeur, à raison des variations de température et de sécheresse qu'il éprouve : de plus, à l'époque à laquelle j'ai observé, ces influences sont à-peu-près nulles, car l'air extérieur ne peut remplacer celui des puits, tant qu'il est plus chaud et par conséquent plus léger. D'un autre côté, on voudra bien se rappeler, 1<sup>o</sup>. que dans les caves de l'Observatoire de Paris, à 28 mètres de profondeur, les plus grandes variations des thermomètres dans le cours d'une année n'excèdent pas  $\frac{1}{33}$  de degré, et 2<sup>o</sup>. que, d'après les expériences que de Saussure a faites (1) au moyen de trous de sonde percés dans un sol d'alluvion analogue à celui qui recouvre le ter-

(1) De Saussure, *Voyage dans les Alpes*, § 1423. — Voyez aussi les résultats des expériences du même genre faites en 1825 par M. Arago, *Annales de Chimie et de Physique*, t. 30, p. 396.

rain houiller de Carmeaux, l'influence des rayons solaires ne parvient à 10 mètres de profondeur qu'en six mois de temps : or, dans mon expérience, j'ai dû rencontrer la température moyenne du printemps, c'est-à-dire une expression extrêmement approchée de la moyenne température du pays pour l'année 1825, augmentée d'une quantité très-faible, due à la chaleur propre de la terre. Je ferai remarquer, de plus, que les années 1824 et 1825 ont été très-douces par toute la France. A Paris, la température moyenne de 1824 a excédé  $0^{\circ},56$  la température moyenne réelle, qui est, comme on le sait, de  $10^{\circ},6$ , et en 1825 la différence en plus s'est élevée à  $1^{\circ},07$ . Ainsi l'expression trouvée ci-dessus, déduction faite de la petite quantité qui tient à la chaleur propre de la terre, est vraisemblablement de quelques dixièmes de degré au-dessus de la véritable température moyenne de Carmeaux : s'il en est ainsi, l'emploi que je vais en faire donnera nécessairement des résultats un peu trop faibles.

En partant donc de cette expression pour calculer l'accroissement de la température souterraine, je trouve qu'à l'exploitation du Ravin, pour une différence de niveau de 170 mètres 4 dixièmes, il y en a une de  $3^{\circ},95$  dans les températures, et qu'à l'exploitation de Castillan, pour 180 mètres 5 dixièmes, il y en a une de  $6^{\circ},35$  ; en d'autres termes, dans la première de ces mines, la chaleur croît d'un degré pour 43 mètres 14 centimètres, et, dans la seconde, d'un degré pour 28 mètres 42 centimètres.

J'avoue qu'une aussi grande différence entre deux résultats recueillis sur deux points aussi peu

éloignés m'a étonné ; je ne doute pas qu'elle ne soit due à une circonstance tout-à-fait locale, dépendante du peu d'épaisseur du terrain houiller et de l'inégale conductibilité des couches verticales du sol primordial inférieur. En effet, l'exploitation du Ravin est située dans l'alignement d'un énorme filon cuivreux qui se montre à trois quarts de lieue de là, du côté de Rosières, où il a été anciennement l'objet d'une exploitation très-considérable, et où l'on peut le suivre sur une longueur de plus de 500 mètres au milieu des roches talqueuses (1). Si cette puissante zone métallifère se prolonge sous les travaux du Ravin, comme cela est très-possible (car dans cette partie de la France j'ai reconnu d'énormes filons du même âge ayant plusieurs lieues de longueur), il s'ensuit que sa conductibilité, plus grande que celle des roches talqueuses, a dû exercer une influence notable depuis qu'elle existe, et qu'elle a pu occasionner les différences de température souterraine que j'ai exposées ci-dessus. Cette explication paraît assez plausible pour qu'on puisse s'y arrêter. Je passe maintenant aux observations que j'ai faites à Decise.

Les mines de houille de Decise sont situées dans un pays de collines très-étendues et très-prononcées. Les exploitations sont ouvertes sur le dos d'une de ces vastes collines ; elles n'offrent aucune trace de bouleversement ; on y rencontre seulement quelques failles, dont les effets ont été très-faibles relativement à l'uniformité de la stratification. D'après différentes données, qu'il se-

(1) Voyez la description que j'ai donnée de ce gîte, *Journal des Mines*, t. 28, p. 421.

rait trop long d'exposer ici, je ne doute pas que le terrain houiller de Decise ne repose immédiatement sur le sol primordial ; d'ailleurs, j'ajouterai que, d'après mes observations, ce mode de gisement appartient à tous les terrains houillers qui existent dans l'intérieur de la France. J'ai opéré au milieu d'un grand massif de terrain vierge et sur une couche de houille inclinée d'environ 25 degrés au sud-ouest. Les travaux par lesquels on y arrivait étaient parfaitement secs et aérés ; l'inclinaison de la couche m'a permis d'y prendre deux stations, qui, d'après l'égalité longueur des galeries au fond desquelles elles étaient situées, se sont trouvées sinon dans la même verticale, du moins dans le même plan perpendiculaire à la direction.

La profondeur absolue de chaque station au-dessous de la partie de la surface extérieure du sol, qui est située dans la même verticale, a été rigoureusement déterminée à l'aide des plans de l'exploitation et au moyen d'opérations exécutées de concert avec MM. les officiers des mines, et notamment avec M. Machecourt, directeur.

A la station inférieure, laquelle était prise dans la partie la plus profonde des travaux, un trou incliné de 15 degrés et profond de 60 centimètres a été percé au fleuret en moins de cinq minutes dans l'angle d'une taille qui venait d'être dépouillée. Le thermomètre a été placé dans ce trou avec les précautions précédemment décrites. Il était à 171 mètres au-dessous de la surface extérieure du sol. Après un séjour de cinquante minutes, il a marqué 22°<sub>1</sub> ; pendant ce temps, dans la galerie, dont la hauteur était de 2 mètres 3 dixièmes, l'air circulant marquait 23°<sub>22</sub> à la

la chaleur croît dans le sein de la terre bien plus rapidement dans le département de la Nièvre que dans le département du Tarn.

Je ne passerai point aux expériences faites à Littry sans rappeler, en général, le parti que les physiciens pourraient tirer de l'existence des puits d'eau douce, sur-tout de ceux qui sont habituellement couverts, pour déterminer, sans beaucoup de peine, la moyenne température de chaque contrée. On a depuis fort long-temps indiqué ce moyen, et il est à regretter qu'on en ait si peu fait usage. Il y a des cas particuliers, comme ceux dans lesquels j'ai opéré, où une seule observation peut, sans contredit, donner un résultat très-approximatif; mais, généralement parlant, deux ou quatre, ou, mieux encore, douze observations faites à des temps égaux dans le cours d'une année, et répétées pendant plusieurs années, seraient préférables. Je citerai comme exemple un résultat de quelques expériences de ce genre faites sur la température de l'eau du puits qui existe dans la maison que j'habite dans la partie basse du Jardin du Roi. Ce puits a 7 mètres 2 dixièmes de profondeur absolue; il ne tarit jamais. La hauteur de l'eau varie d'un mètre à 5 mètres 5 dixièmes, suivant les saisons. La température de l'eau, préalablement mêlée, a été prise le 22 août 1825 et le 22 février 1826; la différence n'a été que de  $1^{\circ},42$  et la moyenne de  $11^{\circ},21$ : c'est  $0^{\circ},46$  de moins que la moyenne température de l'Observatoire de Paris pour l'année 1825: or, j'aurais dû avoir  $0^{\circ},24$  de plus que cette moyenne, puisque le Jardin du Roi est au-dessous de l'Observatoire d'environ 40 mètres: d'où il faut conclure qu'à  $0^{\circ},7$  près, j'ai

obtenu la moyenne température du lieu pour l'année dans laquelle j'ai opéré. Cette différence en moins s'explique très-bien à l'aide des données suivantes: 1<sup>o</sup>. mon puits n'est jamais complètement couvert; 2<sup>o</sup>. l'air s'y précipite nécessairement, dans les temps froids et ne s'y renouvelle pas dans les temps chauds; 3<sup>o</sup>. on n'en tire de l'eau que très-rarement et en petite quantité. J'ai par conséquent opéré dans des circonstances peu favorables; il est évident qu'en se plaçant mieux on obtiendrait des résultats beaucoup plus exacts. Cette méthode aurait le grand avantage d'être indépendante de la solution de la question si embarrassante de savoir combien d'observations thermométriques il faut faire par jour, et à quelles heures, pour obtenir avec certitude; dans une contrée donnée, la moyenne température dont l'air a joui près de la surface de la terre pendant le cours d'une année. Les résultats devraient d'ailleurs subir une légère réduction pour tenir compte de l'effet de la chaleur souterraine, réduction proportionnelle à la profondeur du niveau d'eau expérimentée, et qui, d'après ce que nous exposerons bientôt, serait, terme moyen, de  $\frac{1}{25}$  de degré par mètre.

Le terrain houiller de Littry est situé dans un pays de collines peu prononcées. Il repose en stratification non concordante sur un système de roches dites intermédiaires, grès quarzeux, lustrés, phyllades et grauwackes; il offre des couches horizontales, excepté du côté où les roches intermédiaires se montrent au jour: de ce côté, les couches se relèvent sous un angle d'environ 40 degrés. D'après mes observations, la partie inférieure du terrain houiller contient une énorme

assise de porphyre pétrasiliceux, et les grès de la région moyenne sont en partie formés de débris décomposés et souvent amygdalaires de ce porphyre; la houille se trouve dans la région moyenne.

J'ai opéré dans les travaux de recherches dits du puits Saint-Charles : ces travaux, situés dans la partie horizontale du terrain houiller, et fort loin de toute exploitation ancienne et moderne, consistaient : 1°. en un puits muni de sa cheminée d'aérage, profonde de 105 mètres, et qui avait été commencé en 1819; 2°. en une galerie sinieuse, longue de 180 mètres, et menée en taille sur un front de 6 mètres et demi, largeur moyenne; 3°. en quelques petits embranchemens partant de la galerie principale et poussés dans différentes directions. Le vide de cet étage unique de galeries était très-approximativement de 2,860 mètres cubes.

L'air circulait à l'aide de la cheminée d'appel existant dans l'un des angles du puits, et au moyen d'une cloison verticale partageant la galerie principale dans toute sa longueur. On distinguait à peine quelques suintemens d'eau dans ces travaux. Le puisard n'était alimenté que par de très-médiocres filtrations venant de la partie supérieure du puits.

La couche sur laquelle on était en recherche avait 2 mètres 5 dixièmes de puissance; elle consistait en schiste de dureté très-variée, mêlé en zones minces, soit avec de la houille, soit quelquefois avec des plaques de véritable grès. L'ensemble était assez tenace et l'abatage se faisait à coups de poudre; on ne reculait le front de la taille que d'environ 3 mètres par semaine.

Depuis quinze mois que l'étage était en creusement, on y employait constamment le travail de douze ouvriers, et l'éclairage singulièrement économique de douze lumières, ne brûlant chacune en une heure que 7 grammes et demi de chandelles de vingt-huit à trente-deux à la livre. D'après ces données, la chaleur dégagée en une heure par l'éclairage et par les ouvriers était suffisante pour faire monter de près de 3 degrés la température d'une masse d'air égale à celle contenue dans les travaux.

Au moment de mon entrée dans la mine, le 22 août 1823, à onze heures du matin, l'air extérieur marquait 20°,7. A ma sortie, il n'était plus qu'à 18°,15; il pleuvait.

Dans la place d'accrochage au fond du puits, l'air au plafond était à 20°,7 et au plancher à 20°,1. Dans la galerie principale, à 40 mètres de distance de l'accrochage, l'air, dans un coude resserré, était à 19°,4 près du plafond. A l'extrémité de la même galerie, au front de taille et près du plafond, l'air marquait 21°,66.

Je me suis servi pour prendre la température propre du terrain de deux trous de mine percés depuis une heure, et dont le percement avait exigé un peu moins de temps. Inclines de 10 degrés, l'air n'avait pu s'y renouveler. En supposant que, malgré le contact des débris, le passage du filettet y eût produit quelque influence, elle devait être dissipée sur-tout vers le fond : ces trous étaient placés dans les angles de la taille, c'est-à-dire très-favorablement, l'un à droite et l'autre à gauche et au même niveau; ce niveau était à 99 mètres au-dessous de la portion du sol extérieur, situé dans la même verticale. Les

thermomètres, après y avoir été placés avec les précautions que j'ai déjà décrites, y sont restés une heure. En sortant du premier des trous, qui avait 62 centimètres de profondeur, l'un des thermomètres a marqué 16 degrés; en sortant du second trou, qui n'avait que 52 centimètres, l'autre thermomètre a marqué 16°,27. La moyenne de deux observations donne 16°,135 pour la température propre du terrain.

J'ai usé des ressources suivantes pour déterminer approximativement la température moyenne du pays : j'ai considéré que cette contrée, située d'un demi-degré plus au nord que Paris (où la température de l'Observatoire est de 10°,6), appartient néanmoins à une zone isotherme supérieure, et qu'en effet, d'après les nombreuses données recueillies par le P. Cotte, on doit assigner les moyennes températures suivantes, savoir : à Rouen, 10°,8; à l'Aigle, 10°,5; à Mayenne, 11°,7, et à Saint-Malo, 12°,3 : d'où j'ai conclu que la moyenne température de Littry pouvait être fixée à 11 degrés, nombre qui est vraisemblablement un *maximum*.

En adoptant ce nombre pour calculer l'accroissement de la chaleur souterraine, on trouve qu'à Littry la température propre du sol, à 99 mètres de profondeur, diffère de 5°,135 d'avec la température moyenne du pays, ou, en d'autres termes, que l'accroissement de chaleur est d'un degré pour 19 mètres 28 cent., résultat qui est un peu moins fort qu'à Decise, mais beaucoup plus considérable qu'à Carmeaux.

Avant de terminer la seconde partie de mon travail, j'en rapprocherai les résultats au moyen des deux tableaux suivans.

Tableau des données fournies par les expériences qui ont été faites directement sur la température du sol à Carmeaux, à Littry et à Decise.

LIEUX DES EXPÉRIENCES.	Numéros des expé- riences.	Profon- deurs des stations.	Tempé- ratures obser- vées.	OBSERVATIONS.		
CARMEAUX.	Eau du puits Vériac.....	1	Mètres. 6,2	Degrés. 12,9	Ce puits est à peu de distance de la mine dite du Ravin.	
	Eau du puits de Bigorre.....	2	11,5	13,15		Ce puits est immédiatement au-dessus de la station prise dans la mine Castillan.
	Roc au fond de la m. du Ravin.	3	181,9	17,1	Il y a une petite demi-lieue de distance entre ces deux mines.	
	Roc au fond de la m. de Castillan.....	4	192	19,5		
LITTRY.	Surface extér. des mines.....	1	0	11	Température égale à la moyenne température qu'il faut attribuer au pays.	
	Roc au fond de la mine St.-Charles.	Station a.....	2	99		16
		Station b.....	3	99		16,27
		Moyenne pour les 2 stations...	4	99		16,135
DECISE.	Eau du puits Péliisson.....	1	8,8	11,4	Ces puits sont situés presque immédiatement au-dessus des stations prises dans la mine.	
	Eau du puits des Pavillons....	2	16,9	11,77		
	Roc au fond de la mine Jacobé.	Station supérieure.....	3	107	17,78	
		Station inférieure.....	4	171	21,1	



Tableau des résultats fournis par le calcul des données qui précèdent.

LIEUX des Expériences.	NUMÉROS des données com- parées.	Profondeur correspon- dante à l'accroisse- ment de 1° de chaleur souterraine.	OBSERVATIONS.
Carmeaux...	N° 1 et N° 3	Mètres. 41,83	On ne rapporte ces résultats que pour mémoire.
	N° 1 et N° 4	28,15	
	N° 2 et N° 3	43,14	La cause de la grande différence qui existe entre ces deux résultats n'étant pas certaine, il faut prendre une moyenne, qui est de 35 mètr. 78 centièmes.
	N° 2 et N° 4	28,42	
Littry.....	N° 1 et N° 4	19,28	
Decise.	N° 1 et N° 3	15,52	L'accord de ces résultats est remarquable.
	N° 2 et N° 3	15	
	N° 1 et N° 4	15,16	
	N° 2 et N° 4	14,92	
	N° 3 et N° 4	14,81	

On voit, en définitive, que la profondeur qui correspond à l'accroissement d'un degré de chaleur souterraine doit être fixée (en nombres ronds), savoir : à 36 mètres pour Carmeaux, à 19 mètres pour Littry et à 15 mètres pour Decise.

Tels sont les derniers élémens que nous avons à faire connaître. Il ne nous reste plus qu'à nous résumer : or, il nous semble qu'on est fondé à tirer de tout ce qui précède les conclusions suivantes :

1°. Nos expériences confirment pleinement l'existence d'une chaleur interne, qui est propre au globe terrestre, qui ne tient point à l'influence des rayons solaires, et qui croît rapidement avec les profondeurs.

2°. L'augmentation de la chaleur souterraine, à raison des profondeurs, ne suit pas la même loi par toute la terre; elle peut être double ou même triple d'un pays à un autre.

3°. Ces différences ne sont en rapport constant ni avec les latitudes ni avec les longitudes.

4°. Enfin l'accroissement est certainement plus rapide qu'on ne l'avait supposé; il peut aller à un degré pour 15 et même 13 mètres en certaines contrées; provisoirement, le terme moyen ne peut pas être fixé à moins de 25 mètres.

Ces conclusions importantes assurent, tout en les modifiant notablement, les bases d'après lesquelles on peut appliquer au globe terrestre la théorie mathématique de la répartition de la chaleur dans les corps de grande dimension; elles sont en harmonie avec les conséquences tirées des phénomènes de nature si différente, qui avaient fait pressentir depuis long-temps l'incandescence intérieure de la terre. Rapprochés les uns des autres, ces divers élémens donnent lieu à des combinaisons nouvelles, à des applications remarquables. On peut, suivant nous, en tirer de nombreuses inductions propres à éclairer les parties les plus obscures et tout-à-la-fois les plus essentielles de la géologie. Nous allons exposer sommairement ces inductions, du moins les principales, en avertissant préalablement que toutes n'ont pas le même degré de probabilité, et en réclamant qu'on ne les juge

pas sans les avoir soumises à un examen convenable, et sur-tout sans nous accorder quelque indulgence. Il est des sujets dans la connaissance desquels on ne fera de grands progrès qu'en multipliant les hypothèses, comme il y a des problèmes que l'on ne résout commodément que par la règle de fausse position. Cette marche est très-logique lorsque la nature des choses ne permet pas d'en suivre une plus directe, et lorsqu'on ne cesse pas de multiplier les expériences et de varier les observations à mesure qu'on se livre à de nouveaux aperçus. Il est sans contredit possible que l'on s'égaré; mais au point où en sont les sciences, l'erreur appelle bientôt la contradiction et par conséquent la vérité. De toute manière il y a un résultat utile; on n'en peut attendre aucun du défaut d'invention et de l'absence de toute tentative rationnelle d'explication.

### TROISIÈME PARTIE.

#### *Principales applications à la théorie de la terre.*

1°. Tous les phénomènes observés, d'accord avec la théorie mathématique de la chaleur, annonçant que l'intérieur de la terre est pourvu d'une température très-élevée, qui lui est particulière et qui lui appartient depuis l'origine des choses; et, d'un autre côté, le volume de la masse terrestre étant infiniment plus considérable que celui de la masse des eaux (environ dix mille fois plus grand), il est extrêmement vraisemblable que la fluidité dont le globe a incontestablement joui avant de prendre sa forme sphéroïdale était due à la chaleur.

2°. Cette chaleur était excessive, car celle qui actuellement pourrait exister au centre de la

terre, en supposant un accroissement continu d'un degré pour 25 mètres de profondeur, excéderait 3,500 degrés du pyromètre de Wedgwood (plus de 250,000 degrés centigrades).

3°. On doit admettre que la température de 100 degrés du pyromètre de Wedgwood, température qui serait capable de fondre toutes les laves et une grande partie des roches connues, existe à une profondeur très-petite, eu égard au diamètre de la terre, et par exemple que cette profondeur est de moins de cinquante-cinq lieues de 5000 mètres à Carmaux, de trente lieues à Litley, et de vingt-trois lieues à Decise, nombres qui correspondent à  $\frac{1}{23}$ ,  $\frac{1}{42}$  et  $\frac{1}{55}$  du moyen rayon terrestre.

4°. Tout porte donc à croire que la masse intérieure du globe est encore douée maintenant de sa fluidité originaire, et que la terre est un astre refroidi qui n'est éteint qu'à sa surface, ce que Descartes et Leibnitz avaient pensé.

5°. Si on considère, d'une part, la généralité que les observations de Dolomieu sur le gisement des foyers d'éruptions (1) et nos expériences sur la composition des laves ont donnée aux phénomènes volcaniques (2), et, de l'autre, la grande fusibilité des matières que tous les volcans de la terre rejettent actuellement et même depuis long-temps, on devra penser que la fluidité intérieure commence, du moins sur beaucoup de

(1) Dolomieu, *Rapport sur ses Voyages en 1797*; *Journal des Mines*, t. 7, p. 385.

(2) *Recherches sur différens produits volcaniques*, *Journal des Mines*, t. 21, p. 249, et t. 23, p. 55; *Mémoire sur la composition des laves de tous les âges*, *Journal de Physique*, t. 83, p. 135.

pas sans les avoir soumises à un examen convenable, et sur-tout sans nous accorder quelque indulgence. Il est des sujets dans la connaissance desquels on ne fera de grands progrès qu'en multipliant les hypothèses, comme il y a des problèmes que l'on ne résout commodément que par la règle de fausse position. Cette marche est très-logique lorsque la nature des choses ne permet pas d'en suivre une plus directe, et lorsqu'on ne cesse pas de multiplier les expériences et de varier les observations à mesure qu'on se livre à de nouveaux aperçus. Il est sans contredit possible que l'on s'égare; mais au point où en sont les sciences, l'erreur appelle bientôt la contradiction et par conséquent la vérité. De toute manière il y a un résultat utile; on n'en peut attendre aucun du défaut d'invention et de l'absence de toute tentative rationnelle d'explication.

### TROISIÈME PARTIE.

#### *Principales applications à la théorie de la terre.*

1°. Tous les phénomènes observés, d'accord avec la théorie mathématique de la chaleur, annonçant que l'intérieur de la terre est pourvu d'une température très-élevée, qui lui est particulière et qui lui appartient depuis l'origine des choses; et, d'un autre côté, le volume de la masse terrestre étant infiniment plus considérable que celui de la masse des eaux (environ dix mille fois plus grand), il est extrêmement vraisemblable que la fluidité dont le globe a incontestablement joui avant de prendre sa forme sphéroïdale était due à la chaleur.

2°. Cette chaleur était excessive, car celle qui actuellement pourrait exister au centre de la

terre, en supposant un accroissement continu d'un degré pour 25 mètres de profondeur, excéderait 3,500 degrés du pyromètre de Wedgwood (plus de 250,000 degrés centigrades).

3°. On doit admettre que la température de 100 degrés du pyromètre de Wedgwood, température qui serait capable de fondre toutes les laves et une grande partie des roches connues, existe à une profondeur très-petite, eu égard au diamètre de la terre, et par exemple que cette profondeur est de moins de cinquante-cinq lieues de 5000 mètres à Carmeaux, de trente lieues à Litletry, et de vingt-trois lieues à Decise, nombres qui correspondent à  $\frac{1}{23}$ ,  $\frac{1}{42}$  et  $\frac{1}{55}$  du moyen rayon terrestre.

4°. Tout porte donc à croire que la masse intérieure du globe est encore douée maintenant de sa fluidité originaire, et que la terre est un astre refroidi qui n'est éteint qu'à sa surface, ce que Descartes et Leibnitz avaient pensé.

5°. Si on considère, d'une part, la généralité que les observations de Dolomieu sur le gisement des foyers d'éruptions (1) et nos expériences sur la composition des laves ont donnée aux phénomènes volcaniques (2), et, de l'autre, la grande fusibilité des matières que tous les volcans de la terre rejettent actuellement et même depuis long-temps, on devra penser que la fluidité intérieure commence, du moins sur beaucoup de

(1) Dolomieu, *Rapport sur ses Voyages en 1797*; *Journal des Mines*, t. 7, p. 385.

(2) *Recherches sur différens produits volcaniques*, *Journal des Mines*, t. 21, p. 249, et t. 23, p. 55; *Mémoire sur la composition des laves de tous les âges*, *Journal de Physique*, t. 83, p. 135.

points, à une profondeur notablement moindre que celle où réside la température de 100 degrés du pyromètre de Wedgwood.

6°. L'écorce de la terre, abstraction faite de cette pellicule superficielle et incomplète qu'on nomme sol secondaire, s'étant formée par refroidissement, il s'ensuit que la consolidation a eu lieu de l'extérieur à l'intérieur, et par conséquent que les couches du sol primitif les plus voisines de la surface sont les plus anciennes; en d'autres termes, les terrains primordiaux sont d'autant plus récents qu'ils appartiennent à un niveau plus profond : ce qui est l'opposé de ce que l'on a admis jusqu'à présent en géologie.

7°. M. Fourier, considérant la distribution de la chaleur souterraine dans les profondeurs qui nous sont accessibles, la température des pôles et l'existence du rayonnement vers les espaces célestes, a démontré que la terre continue de se refroidir (1); ce refroidissement n'est insensible à la surface que parce que les pertes de chaleur y sont incessamment compensées par l'effet d'une propagation qui procède uniformément du dedans au dehors, compensation presque complète, qui approche continuellement de l'état d'équilibre, et que l'expérience et la théorie expliquent parfaitement. Les pertes de chaleur n'ont donc d'influence qu'à de grandes profondeurs: d'où il résulte que l'écorce du globe continue journellement de s'accroître à l'intérieur

(1) *Remarques générales sur les températures du globe et des espaces planétaires*, par M. Fourier; *Annales de Chimie et de Physique*, t. 27, année 1824, p. 136; et *Résumé théorique des propriétés de la chaleur rayonnante*, par le même, même tome, p. 275.

par de nouvelles couches solides : ainsi, la formation des terrains primordiaux n'a pas cessé; elle ne cessera qu'après un temps immense, c'est-à-dire lorsque le refroidissement aura atteint sa limite.

8°. Si l'écorce de la terre a été formée comme nous le supposons, les couches primordiales que nous connaissons doivent être disposées à-peu-près dans l'ordre des fusibilités; je dis à-peu-près, car il faut faire une part à l'action rapide avec laquelle le refroidissement devait s'exercer dans l'origine des choses et à celle des affinités chimiques jouant sur de si grandes masses : or, les couches magnésiennes, calcaires et quarzeuses, sont en effet les plus voisines de la surface.

9°. Suivant ce qui précède, l'épaisseur moyenne de l'écorce de la terre n'exécède probablement pas vingt lieues de 5000 mètres; je dirai même que, d'après plusieurs données géologiques non encore interprétées, et sur lesquelles je reviendrai dans une autre occasion, il est à croire que cette épaisseur est beaucoup moindre. A s'en tenir au résultat ci-dessus, cette épaisseur moyenne n'équivaudrait pas à la soixante-troisième partie du moyen rayon terrestre; elle ne serait que la quatre centième partie de la longueur développée d'un méridien.

10°. L'épaisseur de l'écorce de la terre est probablement très-inégale; cette grande inégalité nous paraît annoncée par celle de l'accroissement de la température souterraine d'une contrée à une autre. La différence des conductibilités ne peut seule rendre raison du phénomène; plusieurs données géologiques nous portent éga-

lement à présumer que la puissance de l'écorce de la terre est très-variable.

11°. La chaleur propre que le sol de chaque lieu dégage continuellement étant l'élément fondamental du climat qui s'y est établi, et, suivant nous, les quantités de cette chaleur dégagée n'étant pas en rapport constant d'un pays à un autre, on conçoit maintenant pourquoi des pays situés à la même latitude ont, toutes choses égales d'ailleurs, des climats différens, et comment Mairan, Lambert, Mayer et d'autres physiiciens, ont échoué à vouloir représenter par des formules la gradation, supposée par eux régulière, que les moyennes températures superficielles suivent de l'équateur jusqu'aux pôles : on ajoute ainsi une cause nouvelle à celles qui occasionnent les singulières inflexions que présentent les lignes isothermes.

12°. Quelle que soit la nature des forces ou des événemens astronomiques qui ont anciennement troublé la stabilité des continens et qui ont occasionné l'état général de dislocation et de bouleversement que nous offre la structure de l'écorce de la terre, on se figure aisément que toutes les parties de cette écorce flottant, s'il est permis de s'exprimer ainsi, autour d'une sphère parfaitement fluide, et se trouvant d'ailleurs subdivisées à l'infini par suite de la stratification et sur-tout par les retraits innombrables que le refroidissement a produits dans chaque couche, ont pu être disloquées et bouleversées comme nous les voyons : ces effets sont inexplicables si, comme on l'a supposé généralement, les couches superficielles du sol primordial se sont consoli-

dées les dernières et si le globe est solide jusqu'au centre.

13°. Il y a long-temps qu'en considérant la fluidité probable de la masse centrale, les phénomènes des tremblemens de terre, le peu d'épaisseur de l'écorce consolidée, et sur-tout les innombrables solutions de continuité qui partagent cette écorce, et qui résultent soit de stratification, soit de la contraction due au refroidissement progressif, soit des bouleversemens qui ont eu lieu, nous sommes arrivés à reconnaître que cette écorce jouit vraisemblablement d'une certaine flexibilité. Nous avons développé les élémens de cette propriété singulière dans un mémoire lu à l'Académie en 1816, et qui a eu le désavantage d'être présenté à une époque où les esprits n'étaient pas encore assez préparés à s'occuper de recherches de cette nature : or, cette propriété devient maintenant plus probable que jamais ; on conçoit de plus, d'après la fluidité que l'on doit attribuer aux matières centrales qui servent de support, comment la flexibilité dont il s'agit pourrait être mise en jeu sans qu'il nous fût possible de nous en apercevoir : en effet, pour qu'un changement de figure du sphéroïde capable d'élever l'équateur d'un mètre en raccourcissant proportionnellement l'axe de la terre pût s'opérer, il suffirait, en ce qui concerne le plan de l'équateur, que chacune des innombrables solutions de continuité qui entrecoupent transversalement l'écorce consolidée, et que je suppose espacées, entre elles de 5 mètres, terme moyen, fût soumise à un écartement égal à la douze cent soixante-seizième partie d'un millimètre, quantité qui est excessivement petite.

14°. La flexibilité probable de l'écorce de la terre est actuellement entretenue par deux principales causes, l'une générale et continuelle, l'autre locale et passagère; cette dernière cause, considérée pendant les trente derniers siècles qui se sont écoulés, n'a ménagé aucune contrée; quelquefois elle a secoué presque en même temps la vingtième partie de la surface des continents, ou bien elle a fait onduler le sol dans des directions égales à la sixième ou à la septième portion d'un méridien; je veux parler des tremblemens de terre. Depuis les temps historiques, on en compte plus de six cents que leur violence ou leur étendue a rendus mémorables. La seconde cause tient à ce que la diminution permanente de la chaleur de la terre n'opère plus aucune contraction sensible dans les régions souterraines voisines de la surface, tandis qu'elle continue ses effets dans la profondeur, soit pour augmenter l'écartement des masses qui ont éprouvé les premiers effets du retrait, soit pour occasionner de nouvelles solutions de continuité dans ces masses. Ajoutons que la formation lente de nouvelles couches solides à l'intérieur doit être subordonnée à la règle générale, en vertu de laquelle les matières à l'état liquide éprouvent une grande diminution de volume en passant à l'état solide.

15°. Les régions les moins flexibles de l'écorce de la terre sont nécessairement celles voisines de la surface; car les solutions de continuité transversales qu'elles renferment ont depuis longtemps atteint et perdu leur *maximum* d'écartement. Il est évident que les forces centrales tendent à rapprocher les masses élémentaires des

régions superficielles à mesure que le refroidissement contracte de plus en plus le volume de toutes les parties intérieures du globe. Ce rapprochement agirait d'une manière uniforme si les couches de l'écorce consolidée étaient concentriques et si toutes les solutions transversales se trouvaient dirigées dans des plans perpendiculaires à la surface; mais il n'en est pas ainsi. L'état de bouleversement de l'écorce primordiale est tel qu'en la considérant en grand je ne saurais la définir que comme un amas de décombres pressés les uns à côté des autres, et dont les couches sont presque toujours très-inclinées ou verticales. Depuis que cet état subsiste, l'obliquité d'une quantité innombrable de solutions de continuité, dont quelques-unes ont une étendue immense, fait obstacle à ce qu'il s'établisse sur tous les points un rapprochement des masses élémentaires qui soit uniforme et proportionné aux contractions centrales. Le rapprochement a été remplacé par des changemens de niveau peu considérables, mais qui ont pu affecter de grandes surfaces continentales. Plusieurs faits géologiques s'accordent avec cette hypothèse; on doit présumer que cet effet subsiste encore actuellement, quoique d'une manière insensible. Si le relèvement séculaire du bassin de la Baltique est constant, c'est ainsi qu'on pourra l'expliquer; on expliquera de même le changement dans le niveau de la Méditerranée, que nous avons observé avec Dolomieu sur les côtes d'Égypte (1); il est maintenant à croire, suivant nous, que

(1) Voyez ma description des ruines de Sên (Tanis des anciens) dans le grand ouvrage sur l'Égypte.

toute cette partie du continent d'Afrique éprouve un abaissement progressif qui peut aller à 2 ou 3 centimètres par siècle.

16°. M. de La Place, estimant que les observations astronomiques faites du temps d'Hipparchus sont assez exactes pour qu'on puisse en conclure que la durée du jour n'a pas diminué de  $\frac{1}{3000}$  de seconde centésimale depuis vingt siècles, a pensé que la contraction, qui est actuellement produite par le refroidissement séculaire du globe, n'était pas assez grande pour augmenter sensiblement la vitesse de rotation : cette opinion nous donne une limite utile de l'effet actuel du refroidissement général.

17°. Mais si l'on considère les effets de la contraction depuis l'origine du refroidissement, on ne peut s'empêcher d'admettre qu'elle a exercé une certaine influence sous le point de vue qui précède ; d'une part, la durée du jour a successivement diminué d'une petite quantité, et, de l'autre, la figure de la terre a dû éprouver une altération légère par suite de l'accélération de la vitesse de rotation, si toutefois la flexibilité de l'écorce consolidée a été suffisante pour permettre le changement de figure, ce que nous admettons : ainsi le jour est actuellement un peu moins long et le sphéroïde un peu plus aplati vers les pôles que dans l'origine des choses. Si ces données sont exactes, il est évident que les deux effets continuent : il ne s'agit que de trouver un moyen meilleur que le précédent, d'en apprécier la faible intensité ; ce qui n'est pas impossible, ainsi qu'on le verra tout-à-l'heure.

18°. Une autre conséquence non moins probable et non moins curieuse, à laquelle on est

conduit par l'hypothèse de l'incandescence et de la fluidité centrales, est celle-ci : Pour peu que l'écorce de la terre jouisse de la flexibilité qu'il faut lui attribuer suivant nous, il s'ensuit que le phénomène des marées s'exerce, sans qu'on s'en soit douté jusqu'à présent, sur la masse terrestre elle-même. On ne s'étonnera pas de cet effet, si l'on veut faire attention qu'il avait certainement lieu dans l'origine des choses, c'est-à-dire lorsque la surface du globe jouissait de la fluidité parfaite, qui est admise dans toutes les hypothèses. Il est aisé de démontrer que les plus grandes de ces anciennes marées terrestres ne pouvaient pas avoir moins de 4 à 5 mètres.

19°. Le refroidissement séculaire actuel augmentant continuellement l'épaisseur de l'écorce de la terre, on peut se demander si la matière incandescente qui est soumise à cette action passe en entier à l'état solide, ou si elle est décomposée de manière à fournir des parties solides et des parties gazeuses. Ce genre de décomposition par refroidissement, cette production de gaz, n'ont rien d'improbable ; la coagulation des laves nous en offre journellement un exemple bien frappant. En admettant cette supposition, on explique très-naturellement l'origine de la matière première des tremblemens de terre. Une excessive température maintient cette matière première à l'état gazeux, malgré l'influence de l'excessive pression qu'elle éprouve aux grandes profondeurs dont il s'agit. Les capricieux phénomènes des tremblemens de terre tiendraient d'ailleurs à l'extrême inégalité de la surface intérieure de l'écorce de la terre.

20°. Les données qui précèdent conduisent à une explication toute nouvelle des phénomènes volcaniques, explication qui paraîtra peut-être plus satisfaisante, du moins pour le très-petit nombre de personnes qui ont une idée juste et complète des éléments de la question, que toutes celles qui ont été imaginées jusqu'à présent. Ces phénomènes me semblent un résultat simple et naturel du refroidissement intérieur du globe, un effet purement thermométrique. La masse fluide interne est soumise à une pression croissante, qui est occasionnée par deux forces dont la puissance est immense, quoique les effets soient lents et peu sensibles : d'une part, l'écorce solide se contracte de plus en plus, à mesure que sa température diminue, et cette contraction est nécessairement plus grande que celle que la masse centrale éprouve dans le même temps; de l'autre, cette même enveloppe, par suite de l'accélération insensible du mouvement de rotation, perd de sa capacité intérieure, à mesure qu'elle s'éloigne davantage de la forme sphérique. Les matières fluides intérieures sont forcées de s'épancher au dehors sous forme de laves par les événements habituels qu'on a nommés volcans, et avec les circonstances que l'accumulation préalable des matières gazeuses, qui sont naturellement produites à l'intérieur, donne aux éruptions. Qu'on ne s'étonne pas de cette hypothèse, je puis la rendre vraisemblable par un calcul bien simple.

J'ai cubé à Ténériffe (en 1805), aussi approximativement que cela était possible, les matières rejetées par les irruptions de 1705 et 1798; j'ai fait la même opération à l'égard des produits de deux éruptions encore plus parfaitement isolées,

qui existent dans les volcans éteints de l'intérieur de la France; savoir (en 1806), ceux du volcan de Murol en Auvergne, et (en 1809) ceux du volcan de Cherchemus auprès d'Issarlès au Mézin. J'ai trouvé le volume des matières de chaque éruption fort inférieur à celui d'un kilomètre cube. D'après ces données et celles de même genre que j'ai recueillies sur d'autres points, je me crois fondé à prendre le volume d'un kilomètre cube comme le terme extrême du produit des éruptions considérées en général: or, une telle masse est bien peu de chose relativement à celle du globe; répartie à sa surface, elle formerait une couche qui n'aurait pas  $\frac{1}{500}$  de millimètre d'épaisseur. En termes exacts, si l'on suppose à l'écorce de la terre une épaisseur moyenne de vingt lieues de 5,000 mètres, il suffirait dans cette enveloppe d'une contraction capable de raccourcir le rayon moyen de la masse centrale de  $\frac{1}{494}$  de millimètre pour produire la matière d'une irruption.

Si en partant de ces données on veut supposer que la contraction seule produit le phénomène, et que par toute la terre il se fait cinq éruptions par an, on arrive à trouver que la différence entre la contraction de l'écorce consolidée et celle de la masse interne ne raccourcit le rayon de cette masse que d'un millimètre par siècle; s'il n'y a que deux éruptions par an, le même raccourcissement s'opère en deux siècles et demi. On voit que, dans tous les cas, il suffit d'une action excessivement petite pour produire les phénomènes.

On remarquera que cette action, si elle est réelle, est nécessairement en rapport avec la con-



traction totale que le globe éprouve par l'effet du refroidissement séculaire. Elle fournit une base pour calculer la très-faible influence que cette contraction totale exerce pour accélérer la vitesse de rotation.

Il ne faut rien moins que l'énorme puissance que je viens d'indiquer, pour élever les laves. Dans le cas particulier où elles arriveraient précisément d'une profondeur de vingt lieues, il est aisé de prouver, d'après leur pesanteur spécifique moyenne, qu'elles seraient pressées par une force équivalente à celle d'environ 28,000 atmosphères. On sait qu'elles s'épanchent presque toujours après la sortie des matières gazeuses, ce qui se conçoit très-aisément dans mon système.

Ce n'est point ici le lieu de développer l'hypothèse purement thermométrique que je propose pour expliquer les phénomènes volcaniques, et de montrer avec quel succès elle s'applique à tous les détails de ces phénomènes. Je me contente de faire remarquer qu'elle rend raison de l'identité des circonstances qui caractérisent le travail de la volcanicité dans toutes les parties de la terre, de la prodigieuse réduction que le nombre des volcans a éprouvée depuis l'origine des choses, de la diminution qui s'est opérée dans la quantité des matières rejetées à chaque éruption, de la composition presque semblable des produits de chaque époque géologique, et des petites différences qui existent entre les laves qui appartiennent à des époques diverses; enfin, dans cette hypothèse, les directions les plus habituelles des tremblemens de terre annoncent les zones de moindre épaisseur de l'écorce de la terre, et les centres volcaniques, tant anciens que

modernes, constituent tout-à-la-fois les points de moindre épaisseur et de moindre résistance de cette écorce.

Dans ce qui précède, j'ai fait abstraction des matières gazeuses que produit chaque éruption, parce qu'en les supposant réduites à l'état de liquidité qu'elles avaient primitivement dans le mélange dont elles ont été dégagées, elles auraient peu de volume, et que la moyenne d'un kilomètre cube, que j'ai adoptée, excède de beaucoup la moyenne réelle.

21°. La plus grande partie des substances que les eaux minérales et thermales contiennent étant analogues à celles qui s'exhalent soit des cratères pendant et après les éruptions, soit des courans de laves lorsqu'ils cristallisent, soit des solfatares, on doit croire qu'elles proviennent d'un réservoir commun. Leur émission occasionne des pertes continuelles à la charge gazeuse intérieure : ces pertes, qui d'ailleurs sont sans cesse réparées par des produits souterrains nouveaux, ont lieu en vertu d'une force d'expansion qui est immense et par une succession de fissures extrêmement étroites. L'eau est fournie par les causes superficielles qui alimentent les sources ordinaires. L'altération de certaines parties des conduits, sur-tout près de la surface, peut quelquefois occasionner le remplacement de certains principes par d'autres. Dans ce système d'explication, on conçoit sans difficulté la permanence des sources, leur température à-peu-près invariable et la singulière nature de leurs principes. Plusieurs phénomènes me paraissent prouver qu'elles étaient beaucoup plus nombreuses dans les temps antérieurs à la période géologique actuelle; ce qui s'explique par

la moindre épaisseur que l'écorce de la terre avait alors et par l'activité plus grande du refroidissement.

22°. Si l'on en juge par les laves, la fluidité de la matière incandescente qui constitue l'intérieur de la terre serait très-grande, et sa densité dans les régions éloignées du centre (par exemple à une distance égale aux  $\frac{49}{50}$  du rayon) serait encore fort inférieure à la densité moyenne du globe entier. Ces deux données ne sont point en opposition avec l'influence que l'on doit accorder à la pression énorme et croissante qui est due à l'action des forces centrales. Il est à observer d'abord que les liquides se compriment très-faiblement, que cette compressibilité doit avoir une limite, et qu'une excessive chaleur peut en balancer les effets. De plus, les laves actuelles ont, après leur coagulation, une pesanteur spécifique moyenne plus grande que celles des roches primordiales, prises dans leur ensemble : d'où on peut conclure, indépendamment de toute autre considération, que la densité des matières centrales tient beaucoup plus à leur nature qu'à la compression : elles se sont originairement placées dans l'ordre des pesanteurs spécifiques. L'existence de l'or et du platine nous prouve qu'il peut se trouver au centre de la terre des matières ayant par leur nature une extrême densité.

23°. Dès-lors il y a de la vraisemblance dans l'hypothèse de Halley, qui attribuait les actions magnétiques à l'existence d'une masse composée en grande partie de fer métallique, irrégulière, et jouissant d'un mouvement de révolution particulier au centre de la terre. Deux espèces de phénomènes dont Halley n'a point eu connais-

sance, ajoutent à cette vraisemblance : d'une part, la rotation de l'anneau de Saturne autour de cette planète peut être invoquée comme fournissant une sorte d'analogie, et, de l'autre, la nature des pierres tombées du ciel et l'existence des fers météoriques, prouvent que le fer à l'état métallique et allié de nickel peut entrer abondamment dans la composition des masses planétaires.

24°. Si l'hypothèse de Halley est admissible, elle fournit la limite de la température intérieure de la terre ; cette limite est celle de la résistance que le fer forgé, chargé d'une pression énorme, peut opposer à la fusion. On sera porté à la réduire, si on considère que les expériences de Newton, confirmées par celles de M. Barlow, ont prouvé que le fer chauffé à la chaleur blanche perd sa vertu magnétique ; mais, d'un autre côté, il ne faut pas perdre de vue qu'une excessive compression du métal doit vraisemblablement reculer de beaucoup le terme où la vertu magnétique est ainsi anéantie.

25°. Enfin, dans la même hypothèse, on serait fondé à faire des recherches sur divers effets extrêmement faibles, séculaires et jusqu'à présent inaperçus, que les positions diverses et la figure irrégulière d'une masse solide intérieure, douée d'un mouvement particulier, et composée en partie de fer métallique, pourraient occasionner : ainsi, par exemple, on serait porté à douter de l'invariabilité parfaite, absolue, que l'on a jusqu'à présent attribuée à la direction du fil-à-plomb dans chaque lieu, et ce doute s'appliquerait aux contrées éloignées des bandes sans déclinaison et de l'équateur magnétique.

Telles sont les inductions principales aux-

quelles on est conduit en introduisant l'hypothèse de la chaleur et de la fluidité centrales au milieu des questions les plus importantes de la géologie. Il sera facile d'étendre ces inductions, et, par exemple, d'expliquer d'une manière également satisfaisante la formation des terrains primordiaux non stratifiés, celle des terrains dits intermédiaires, celle des filons, celle des couches gypseuses, sulfureuses, salines, calcaires et magnésiennes du sol secondaire. La fécondité des applications est remarquable, et cette fécondité ajoutée à la probabilité du principe ; il n'en a pas été de même du système neptunien, qui a dominé pendant si long-temps, et qui nous représentait le globe comme une masse solide jusqu'au centre, froide, inerte, et formée de bas en haut par des dépôts aqueux. Ce système a été stérile, et aucune de ses applications ne soutient maintenant un examen sérieux ; il va se réduire à d'étroites limites, à l'explication de ces couches superficielles, formées de sédiments consolidés, de débris agglomérés et de dépouilles organiques, qui constituent presque en entier l'enveloppe excessivement mince qu'on nomme sol secondaire. Si l'autorité des savans qui ont mis ce système en crédit n'eût fait illusion, il est à croire qu'on lui eût, dès l'origine, fait subir une épreuve bien simple, et à laquelle il n'eût point résisté, celle de la comparaison des masses d'eau et des matières terreuses et métalliques qui entrent dans la composition du globe. Il est aisé d'établir que le poids de la masse des eaux n'excède pas la cinquante millième partie du poids du globe entier : or, de quelque dissolvant que l'on veuille aiguiser cette masse, il est inadmissible qu'un kilogramme d'eau ait jamais pu dissoudre 50,000

kilogrammes de matières terreuses et métalliques.

On nous permettra de le répéter, ce n'est point par esprit de système qu'on est maintenant ramené à la notion du feu central ; c'est malgré l'esprit de système, malgré bien des préjugés. Ce retour de l'opinion est produit par la force des choses ; il résulte de l'étude exacte, approfondie de phénomènes d'ordres bien différens. On ne croira pas sur-tout que ce soit par hasard que la physique, la mécanique céleste et la géologie arrivent au même terme en suivant des routes si diverses : on peut donc le dire sans craindre de trop s'avancer, l'hypothèse dont ces sciences ont un égal besoin semble présenter déjà les caractères d'un principe réel et fondamental, et tout fait présager qu'elle aura pour les progrès de la théorie de la terre une influence aussi puissante que celle du grand principe de la gravitation pour la théorie du mouvement des corps célestes.

Au point où en sont les choses, il semble que l'Académie ne doit plus rester étrangère à une aussi grande question. Peut-être serait-il temps de poursuivre l'exécution d'une mesure qui a été prise, dans la séance du 28 novembre 1825, sur la proposition de M. de Laplace (1) ; peut-être aussi conviendrait-il d'appeler le concours de tous les savans, en distribuant quelques-uns des élémens de la question en sujets de prix. La dé-

(1) Cette mesure a été de nommer une commission de six membres ( MM. de Laplace, Arago, Poisson, Thénard, Gay-Lussac et Dulong ), qui ont été chargés de rédiger un programme d'expériences à exécuter, pour que l'Académie fasse constater, par des expériences exactes : 1°. l'état du magnétisme terrestre ; 2°. la pression et la composition de l'atmosphère ; 3°. la chaleur du globe à différentes profondeurs.

termination de la figure de la terre a occupé l'Académie pendant plus d'un siècle; la recherche du principe qui préside à la structure du globe et qui régit tous les phénomènes qui en dépendent n'est pas moins digne de ses efforts, n'est pas au-dessous des ressources de tout genre dont elle peut disposer. Le but est certainement un des plus élevés auxquels l'esprit humain puisse prétendre; le succès intéresserait par-dessus tout la philosophie des sciences. S'il est avéré que la terre n'est point une masse inerte, comme on l'a supposé pendant si long-temps; si l'apparence d'inertie n'est due qu'à la lenteur des phénomènes et à leur faible intensité; si tout est en mouvement et en travail à l'intérieur, comme tout est en mouvement et en travail à l'extérieur, on arrive à un résultat de la plus haute importance, puisqu'il semble applicable à tous les corps célestes, et on obtient ainsi la preuve la plus puissante de l'existence du grand principe d'*instabilité universelle*, qui a été annoncé ou entrevu depuis long-temps par Newton et par d'autres philosophes; principe supérieur aux grandes règles que l'on s'est habitué à regarder comme constituant exclusivement les lois de la nature, par le secours duquel nous voyons au-delà des périodicités les plus longues et en apparence les plus parfaites de notre système solaire, qui paraît dominer l'univers jusque dans ses moindres parties, qui modifie incessamment toutes choses, qui les altère ou les déplace insensiblement et sans retour, et les entraîne, à travers l'immensité des siècles, à des fins nouvelles que l'intelligence humaine ne saurait assurément pénétrer, mais dont elle pourrait du moins s'enorgueillir d'avoir pressenti la nécessité.

---



---

## EXPOSITION

### DU SYSTÈME DE MINÉRALOGIE

DE M. MOHS,

Professeur à l'École des Mines de Freyberg;

*Extrait, traduit de l'allemand*

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

---

#### INTRODUCTION.

L'HISTOIRE naturelle a pour but de faire connaître les propriétés naturelles des diverses productions de la nature.

On entend par propriétés naturelles d'un corps celles avec lesquelles la nature l'a produit, et le corps est dans son état naturel aussi long-temps qu'il possède ces propriétés.

Les productions de la nature se divisent en trois classes : animaux, végétaux et minéraux : cette division en a occasionné une aussi dans l'histoire naturelle, qu'on a partagée, conformément à ces classes, en zoologie, botanique et minéralogie.

On doit suivre la même méthode dans les diverses branches de l'histoire naturelle, autrement ces branches ne pourraient faire partie d'une même science. La méthode suivie jusqu'ici dans la minéralogie est à la vérité différente de celle suivie dans l'histoire naturelle générale; mais aussi cette minéralogie n'est point l'histoire naturelle du règne minéral; c'est un composé qui ne se rapporte à aucune science en particulier.

La minéralogie devant être pour le règne minéral ce qu'est l'histoire naturelle en général pour l'ensemble des productions de la nature, cette science doit se borner à apprendre à trouver la dénomination systématique d'un minéral dont l'état naturel est connu, et, réciproquement, à trouver l'état naturel d'un minéral dont la dénomination est connue.

L'individu en histoire naturelle est l'être unique, subsistant de lui-même, et capable de devenir le sujet de considérations naturelles.

La force qui produit l'individu du règne minéral s'appelle force de cristallisation. On lui a donné ce nom, parce que les produits les plus parfaits qui lui sont dus sont des cristaux; elle serait mieux nommée force individualisante, car il y a des individus qui, sans être des cristaux, sont cependant des produits de cette force.

Les produits de la force de cristallisation sont l'objet de considérations d'histoire naturelle aussi long-temps qu'ils conservent les propriétés qu'ils doivent à l'action de cette force. Dès qu'ils viennent à perdre quelques-unes de ces propriétés, ils cessent aussitôt d'être considérés par cette science.

Un individu qui possède les propriétés que lui a données la force individualisante est dans son état naturel. Un minéral qui a perdu plus ou moins de ces propriétés est dit décomposé.

Un minéral formé d'un seul individu, ou qui est partie d'un seul individu, est un minéral simple: exemple, les parties séparées du calcaire grenu, ou celles du pyroxène coccolithe.

Un minéral formé de plusieurs individus de même nature est un minéral composé: exemple, le calcaire grenu, le pyroxène coccolithe.

Enfin un minéral qui est formé de plusieurs individus de nature différente est un minéral mélangé: exemple, granite.

Le minéral mélangé n'est point l'objet de l'histoire naturelle, attendu que les minéraux simples dont il se compose ont été déjà l'objet des considérations de cette science: par la même raison, le minéral composé ne devrait point entrer dans la méthode; on le fait cependant, parce qu'il importe de distinguer ces derniers des minéraux mélangés.

Les propriétés naturelles des minéraux sont celles que les minéraux possèdent dans leur état naturel, et qui peuvent être observées sans changer leur nature: exemple, la forme, la couleur, la dureté, etc.

Les propriétés des minéraux qu'on ne peut reconnaître qu'en changeant leur état naturel ne font point partie des propriétés naturelles, et dès-lors la minéralogie n'en fait aucun usage: telles sont la fusion au chalumeau, la solution dans les acides, la phosphorescence produite par la chaleur, etc.

Les propriétés naturelles des minéraux comprennent une grande partie des caractères extérieurs et quelques-uns des caractères physiques des divers minéralogistes. On les divise en celles propres aux minéraux simples, celles propres aux minéraux composés et celles propres aux uns et aux autres.

#### 1°. *Propriétés naturelles des minéraux simples,*

Les propriétés naturelles propres aux minéraux simples sont les rapports de forme et ceux de structure.

(a) *Dès rapports de forme ou de la cristallisation.*

La propriété la plus remarquable des minéraux est sans contredit la forme régulière qu'ils affectent le plus souvent.

On nomme cristal le minéral terminé ainsi par une forme régulière, et l'étude des lois de ces formes est l'objet d'une science qu'on appelle cristallographie.

Une forme entourée de faces homologues, c'est-à-dire de formes semblables et semblablement placées, est dite simple; elle est composée lorsque les faces qui la terminent ne sont pas toutes homologues entre elles.

Une forme composée consiste ordinairement en deux ou plusieurs formes simples, et les faces de la forme composée, qui sont homologues entre elles, appartiennent à une des formes simples.

Tout plan qui coupe une forme simple s'appelle une section; cette section est dite principale lorsqu'elle ne divise aucun côté, et transversale dans le cas contraire.

La connaissance des sections est d'une grande utilité dans l'étude des formes; la cristallographie et l'optique font sur-tout un grand usage des sections principales.

On appelle sections semblables celles qui ont des figures semblables, ou qui, portées à égale distance du milieu de la forme, prennent des figures semblables, ou qui peuvent se décomposer en figures semblables.

Toutes les sections qu'on peut faire dans une forme quelconque peuvent ainsi se rapporter à l'une des trois suivantes:

1°. Sections en triangles équilatéraux, ou qui peuvent se décomposer en triangles équilatéraux;

2°. Sections en carrés, ou qui peuvent se décomposer en carrés;

3°. Sections en rectangles ou en rhombes, ou qui peuvent se diviser en rectangles ou en rhombes.

On appelle axe d'un cristal la ligne droite qui passe par les milieux de deux sections parallèles, et qui est perpendiculaire à ces sections.

L'axe étant déterminé par la section, sur le milieu de laquelle il est perpendiculaire, il y a trois sortes d'axes correspondans aux trois sortes de sections.

Les axes dont les sections correspondantes sont des figures régulières ou peuvent être divisées en figures régulières, sont nommés axes principaux; les autres sont nommés axes communs. Si une forme n'a aucun axe principal, un des axes communs est alors considéré comme axe principal.

Une forme est dite droite lorsqu'un de ses axes principaux est vertical.

On dit que deux ou plusieurs formes sont en position parallèle lorsque les axes de l'une sont parallèles aux axes de l'autre; il suffit d'ailleurs, pour que cette condition soit remplie, que deux axes de la première soient parallèles à deux axes semblables de la seconde.

Les différentes positions des formes les unes envers les autres sont, comme on le verra, d'un grand intérêt dans la cristallographie.

En cristallographie, le degré de régularité des formes simples est déterminé par l'espèce et le

nombre d'axes qu'elles contiennent. On y distingue quatre degrés.

Le tableau suivant représente l'espèce et le nombre d'axes que chaque degré contient :

Degrés.	Axes de la 1 <sup>re</sup> . sorte.	2 <sup>e</sup> . sorte.	3 <sup>e</sup> . sorte.
1 <sup>er</sup> . . . . .	4 . . . . .	3 . . . . .	6
2 <sup>e</sup> . . . . .	4 . . . . .	3 . . . . .	0
	4 . . . . .	0 . . . . .	3
	4 . . . . .	0 . . . . .	0
3 <sup>e</sup> . . . . .	1 . . . . .	0 . . . . .	} indéterminé.
	0 . . . . .	1 . . . . .	
4 <sup>e</sup> . . . . .	0 . . . . .	0 . . . . .	3

*Des formes simples.* Les formes simples se divisent, suivant le nombre de leurs axes principaux, en formes à un axe et formes à plusieurs axes : les premières tirent leurs noms de la figure de leurs faces, les secondes du nombre de leurs faces.

Les formes simples à un axe, qu'on observe dans les minéraux, sont : 1<sup>o</sup>. les rhomboïdes, dont les faces sont des rhombes; 2<sup>o</sup>. les pyramides, dont les faces sont des triangles.

Les formes à plusieurs axes, observées jusqu'ici, sont : 1<sup>o</sup>. le tétraèdre, terminé par quatre faces; 2<sup>o</sup>. l'hexaèdre ou cube, terminé par six faces; 3<sup>o</sup>. l'octaèdre solide à huit faces; 4<sup>o</sup>. le dodécaèdre à douze faces; 5<sup>o</sup>. l'icositétraèdre à vingt-quatre faces; 6<sup>o</sup>. le tétracontaèdre à quarante-huit faces.

M. Mohs passe ici en revue toutes ces formes; il décrit les nombreuses variétés dont elles sont susceptibles, et donne quelques-uns de leurs rapports géométriques. Ce professeur fait connaître pour chacune la forme et le nombre des sections principales, l'espèce et le nombre des

axes principaux, ainsi que la forme de la projection horizontale. Il donne, pour les rhomboédres et les pyramides, l'expression des angles des faces aux arêtes culminantes et à celles de la base en fonction, du côté de la projection horizontale, qu'il représente par l'unité, et de l'axe exprimé en lettre, où si la projection horizontale n'est pas régulière, en fonction des diagonales de la base et de l'axe. Pour les autres formes simples, il donne les mesures des angles plans aux différentes arêtes, et celles des inclinaisons des faces communes à ces mêmes arêtes.

*Liaison des formes simples entre elles.* On remarque dans la nature que certaines formes cristallines sont propres à certains minéraux, tandis que d'autres formes leur sont totalement étrangères; que différentes formes cristallines appartiennent aux variétés d'une même espèce; enfin que, lorsque, dans une espèce ou dans un individu, plusieurs formes simples apparaissent en même temps, ces formes possèdent entre elles certains rapports, hors desquels elles sont exclues de ces espèces.

L'histoire naturelle ne recherche point la cause de ces faits remarquables; mais elle cherche à trouver les rapports sous lesquels les formes sont propres à se montrer dans les individus d'une même espèce.

La méthode dont elle se sert pour découvrir ces rapports s'appelle dérivation. Dériver une forme d'une autre, c'est montrer comment, d'après certaines règles générales, celle-là peut naître de celle-ci.

Les procédés de dérivation consistent en constructions géométriques, qui ne sont point arbi-

traires, mais déduites des faits. Ces procédés sont au nombre de quatre.

Le premier procédé consiste à faire passer des plans tangens par certaines arêtes de la forme donnée, et à les prolonger jusqu'à ce qu'ils ferment l'espace de toute part, ou du moins jusqu'à ce qu'ils limitent cet espace autant que le comportent leur nombre et leur position. Si les arêtes considérées sont homologues, la forme produite est simple, c'est la forme dérivée même; si ces arêtes ne sont point homologues, la forme produite est composée: ce n'est point la forme dérivée; mais elle sert à la trouver, et on la nomme forme intermédiaire.

Le deuxième procédé consiste à prolonger par ses deux extrémités de quantités égales et arbitraires l'axe d'une forme à quatre faces, à joindre les angles de cette forme avec les extrémités de l'axe prolongé, et à faire passer des plans par ces lignes; ces plans limitent la forme dérivée ou une forme intermédiaire.

Le troisième procédé consiste à faire passer par les arêtes terminales de la forme donnée, qui peut être aussi une forme intermédiaire, des plans en tel nombre et position que l'intersection de ces plans, qui appartient à des sommets différens, donnent une figure plane parallèle et semblable à la projection horizontale de la forme donnée. La forme limitée par ces plans sera la forme dérivée.

Enfin, le quatrième procédé consiste à considérer les diverses positions que peut prendre un plan mobile qui touche l'extrémité supérieure d'un axe rhomboédrique vertical d'une forme à plusieurs axes. De chaque position résulte une

forme à plusieurs axes, qui peut être considérée comme la forme dérivée.

Les trois premiers procédés sont principalement applicables aux formes à un axe, le quatrième ne convient qu'aux formes à plusieurs axes; celui-ci ne donne jamais que des formes simples.

Lorsque d'une forme donnée on fait dériver, par le procédé le plus convenable, une autre forme, celle-ci étant ramenée à la même projection horizontale que la première, il existe un certain rapport entre son axe et celui de cette première forme. Si de cette seconde forme on fait dériver une troisième forme par le même procédé, il y aura encore, dans les mêmes circonstances, le même rapport entre les axes de ces deux formes, et si l'on continue ainsi la dérivation, on obtiendra une série de formes, dont les axes, sous la même projection horizontale, croîtront ou décroîtront en progression géométrique.

Ces formes dérivées sont données par la dérivation dans une position telle envers la forme donnée, qu'elles sont aptes à entrer en combinaison entre elles et avec celle-ci. Dans les formes à plusieurs axes, cette position est la parallèle; dans les formes à un axe, cette position est déterminée par la nature de ces formes.

Si, par exemple, d'un rhomboèdre donné  $R$ , dont l'axe est  $a$ , on fait dériver, au moyen du premier procédé, un rhomboèdre plus obtus  $R_1$ , celui-ci, qui sera en position inverse du premier, étant ramené à la même projection horizontale, aura pour axe  $\frac{1}{2}a$ . Ce rhomboèdre  $R_1$  donnera, par le même moyen, naissance à un rhomboèdre



encore plus obtus  $R_n$  dont l'axe sera  $\frac{1}{n}a$ , et ainsi de suite.

On peut d'ailleurs appliquer le même procédé en sens inverse; c'est-à-dire, le rhomboèdre  $R$  étant donné, trouver celui plus aigu  $R'$ , duquel il est dérivé conformément au mode ci-dessus; celui-ci, ramené à la même projection horizontale que  $R$ , aura pour axe  $2a$ . Du rhomboèdre  $R'$ , on pourra passer de même à un rhomboèdre encore plus aigu  $R''$ , dont l'axe sera  $4a$ , et ainsi de suite.

En continuant de part et d'autre ce mode de dérivation, on obtiendra donc une suite de rhomboèdres  $R_n, R_{n-1}, R_{n-2}, R_{n-3}, R_{n-4}, \dots$  dont les axes, sous la même projection horizontale, seront

$\frac{1}{2^n}a, \frac{1}{2^{n-1}}a, \frac{1}{2^{n-2}}a, \frac{1}{2^{n-3}}a, \frac{1}{2^{n-4}}a, \dots$

c'est-à-dire dont les axes croîtront ou décroîtront comme les puissances du nombre 2. Le nombre général de cette série, ou l'expression de l'axe d'un nombre indéterminé  $n$ , sera  $2^n a$ , où  $a$  est l'axe de la forme fondamentale et 2 la loi de progression: le nombre 2 est le nombre fondamental de la série.

C'est sur de semblables séries qu'est fondée la méthode par laquelle on désigne les cristaux tant simples que composés. On représente la forme fondamentale par une lettre arbitraire; la même lettre sert à représenter la forme dérivée lorsque celle-ci est de même nature: dans le cas contraire, on fait subir à cette lettre les modifications nécessitées par la nature de la forme déri-

vée. Dans l'un et l'autre cas, la place qu'occupe la forme dérivée dans la série à laquelle elle appartient est exprimée par l'addition avec le signe + ou - de l'exposant convenable du nombre fondamental: ainsi  $R$ , désignant la forme fondamentale de la série mentionnée ci-dessus, cette partie de la série sera représentée par

$$\dots R - 2 \cdot R - 1 \cdot R \cdot R + 1 \cdot R + 2 \cdot \dots$$

et un nombre indéterminé  $n$  aura pour expression  $R + n$ , où  $n$  peut être positif ou négatif.

Les limites des séries des formes à un axe sont des prismes à axes infinis; la série de rhomboèdres ci-dessus, par exemple, peut être continuée de part et d'autre aussi long-temps que les axes demeurent finis; mais dès que l'axe prend une valeur infinie, elle cesse ou atteint ses limites: dans ce cas, les limites sont des prismes réguliers à six faces à axes infinis; d'un côté, c'est un prisme à axe infiniment grand, dont la base égale la section faite par le centre de la forme; de l'autre côté, c'est un plan égal à la projection horizontale. Ces prismes, conformément au mode adopté, doivent avoir pour désignation cristallographique, l'un  $R + \infty$ , l'autre  $R - \infty$ . La série des rhomboèdres, prise entre les limites, est donc représentée ainsi qu'il suit:

$$R - \infty \dots R + n \dots R + \infty$$

Si on connaît le rapport de l'axe d'un rhomboèdre au côté de sa projection horizontale, on en déduit facilement, par les formules données dans la description des formes simples, tous les autres rapports; or, le côté de la projection hori-

zontale est le même dans tous les nombres de la même série et égal à l'unité : donc, les signes cristallographiques plus haut faisant connaître les rapports des axes, ils contiennent tout ce qui est nécessaire pour établir des calculs ; c'est en cela que ces signes sont principalement utiles : d'ailleurs ils n'exigent aucun dessin pour être compris ; ils sont donc d'un emploi très-commode.

M. Mohs fait voir comment toutes les formes connues peuvent être dérivées de quatre formes fondamentales, qui sont la pyramide à quatre faces scalènes, la pyramide à quatre faces isocèles, le rhomboèdre et l'hexaèdre.

L'ensemble des formes simples, dérivées d'une même forme fondamentale, sans considération de leurs mesures, s'appelle un système cristallin, et ce système reçoit sa dénomination de la forme fondamentale de laquelle il est dérivé.

Des quatre formes fondamentales considérées par M. Mohs, il résulte donc quatre systèmes cristallins. Celui qui provient du rhomboèdre s'appelle rhomboédrique ; celui qui provient de la pyramide à quatre faces isocèles s'appelle système pyramidal ; celui qui provient de la pyramide à quatre faces scalènes s'appelle système prismatique, à cause du grand nombre de prismes qu'il contient ; enfin, celui qui provient de l'hexaèdre s'appelle système tessulaire et non hexaédrique, pour montrer qu'on ne connaît encore qu'un seul système de formes à plusieurs axes.

Lorsque les dimensions de la forme fondamentale sont déterminées, l'ensemble des formes qui

en sont dérivées s'appelle une série cristalline : de là suit que, dans les trois premiers systèmes, où les formes fondamentales sont susceptibles d'une infinité de mesures, il y a un nombre infini de séries cristallines ; tandis que, dans le quatrième système, il n'y a qu'une seule série cristalline.

*Des formes composées et de leur développement.* Une forme composée s'appelle une combinaison.

Dans toute combinaison, 1<sup>o</sup>. les formes simples combinées n'appartiennent pas seulement à un seul et même système cristallin, mais encore à une seule et même série cristalline, c'est-à-dire qu'elles doivent être dérivées d'une seule et même forme fondamentale ; 2<sup>o</sup>. ces formes simples combinées se trouvent, les unes envers les autres, dans les positions qui sont propres aux systèmes cristallins auxquels elles appartiennent. C'est sur ces deux lois qu'est fondée la symétrie des combinaisons.

Les combinaisons sont dites simples lorsque les formes simples qu'elles contiennent ne s'y montrent que dans une seule position et avec le nombre complet de leurs faces ; elles sont dites hémi-combinaisons lorsqu'il ne s'y montre que la moitié du nombre des faces d'une ou de plusieurs des formes simples contenues ; enfin, on les appelle di-combinaisons lorsqu'une même forme s'y montre dans deux positions différentes. Dans le système rhomboédrique, par exemple, on distingue des combinaisons rhomboédriques, di-rhombédriques, hémi-rhombédriques et hémi-di-rhombédriques.

Développer une combinaison, c'est trouver les

formes contenues dans leur genre, leurs positions particulières et leurs rapports les unes envers les autres.

On trouve facilement le genre des formes simples contenues dans une combinaison et la position de ces formes, en prolongeant successivement les faces homologues entre elles jusqu'à l'entière disparition des autres.

Quant à la manière de trouver les rapports de ces formes les unes envers les autres, la cristallographie emploie deux procédés, l'un synthétique, l'autre analytique : l'un et l'autre sont fondés sur la considération de la position des arêtes de combinaison ; cette position est en effet une suite des rapports des formes simples de la combinaison.

Par la méthode synthétique, on examine dans chaque système cristallin toutes les combinaisons doubles possibles. D'après les rapports supposés entre les formes de ces combinaisons doubles, les arêtes de combinaisons prennent des positions déterminées, desquelles on peut réciproquement conclure les rapports précités entre les formes simples.

Dans la méthode analytique, étant donnée une combinaison de deux formes simples d'un système, et dont les mesures sont connues, on prolonge une couple des côtés culminans ou des diagonales qui reposent dans un même plan passant par l'axe, jusqu'à ce que ces lignes se coupent au-dessus ou au-dessous du plan horizontal mené par le milieu de la forme. Alors, la ligne droite, qui mesure la distance de ce point d'intersection au point où une des deux lignes prolongées traverse le plan horizontal, et à la-

quelle on donne le nom de ligne de combinaison, est telle que sa grandeur et sa position dépendent des mesures des formes combinées, et que, réciproquement, la grandeur et la position de cette ligne déterminent la position des arêtes de combinaison. Si donc deux formes simples connues d'un système et de position déterminés donnent avec une troisième des lignes de combinaisons de même grandeur et de même position, les arêtes de combinaison que ces formes produiront auront la même position, et si les deux sont en même temps en combinaison avec la troisième, les arêtes de combinaison que l'une de ces formes donnera avec la troisième devront être parallèles à celles que l'autre donnera avec cette même troisième forme. C'est au moyen de cette ligne de combinaison qu'on détermine les rapports des formes simples de la combinaison ; la cristallographie donne pour cette ligne des formules générales, dans lesquelles est compris tout ce qui est relatif au genre des formes, à leur position et à la nature des arêtes de combinaison. On calcule, au moyen de ces formules, la longueur de la ligne de combinaison en fonction des deux premières formes qui doivent être connues, on a alors une expression, dans laquelle tout est connu. On calcule ensuite la même ligne en fonction des dimensions de la première et de la troisième forme, ou de la deuxième et de la troisième, on a une nouvelle expression, dans laquelle il y a d'inconnu tout ce qui provient des dimensions de la troisième forme, dont on cherche à déterminer les rapports. On établit alors une égalité entre cette expression et la

précédente, et on résout cette équation par rapport à une des grandeurs inconnues relatives à la troisième forme; si cette équation ne contient qu'un inconnu, la troisième forme sera alors complètement déterminée; s'il y en a deux, il faut chercher à tirer une seconde équation d'une combinaison entre la forme à déterminer et une autre forme connue.

Ayant déterminé, par l'une ou l'autre méthode, chacune des formes simples qui entrent dans une combinaison, et leurs signes cristallographiques, pour représenter la combinaison, on écrit à la suite les uns des autres ces signes, que l'on sépare par de simples points.

Une combinaison étant développée, il reste encore à calculer la grandeur des arêtes de combinaison, c'est-à-dire l'inclinaison des faces des diverses formes simples, qui se coupent suivant ces arêtes de combinaisons. Dans beaucoup de cas, ceci se fait sans difficulté; dans les autres, la cristallographie se sert de formules générales pour les fonctions trigonométriques des arêtes de combinaisons; ces formules sont semblables à celles de la ligne de combinaison; elles renferment les mêmes inconnues: or, ces inconnues ayant été déterminées par le développement de la combinaison, leurs valeurs, reportées dans les formules, donnent la valeur d'une fonction trigonométrique, ordinairement du cosinus de l'angle des faces des formes simples, qui se coupent suivant l'arête de combinaison.

(b) *Des rapports de structure.*

La structure représente la liaison mécanique

dans laquelle se trouvent les parties d'un minéral simple; elle est régulière ou irrégulière.

La structure est régulière lorsqu'en cassant un minéral simple les parties qui en résultent sont terminées par des faces planes, unies et brillantes. Cette structure convient aux cristaux et prend le nom de clivage.

La structure est irrégulière lorsqu'en séparant les parties d'un minéral simple cette séparation se fait suivant des faces non planes et de différente nature. Cette structure convient aux minéraux simples non cristallisés et prend la dénomination particulière de cassure.

Dans la structure régulière, les formes de clivage sont des membres des séries cristallines des espèces, auxquelles les individus divisibles appartiennent. Le clivage peut donc servir à déterminer la série cristalline, ou au moins le système cristallin d'un minéral, dans lequel on n'observe aucune forme cristalline, si ce minéral est divisible.

Les formes de clivage sont représentées comme les formes cristallines. Lorsque la forme du clivage a des mesures finies, et qu'elle est une des formes fondamentales de la méthode, on la choisit pour forme primitive de la série cristalline de l'espèce, excepté dans les cas où cette forme de clivage est un rhomboèdre ou une pyramide trop aiguë ou trop obtuse: c'est par cette raison que la forme primitive du cuivre pyriteux pyramidal est P, tandis que la forme de clivage est  $P + 1$ .

Les faces de clivage sont plus ou moins unies, plus ou moins éclatantes, striées ou non striées.

On remarque en général que celles qui appartiennent à une même forme de clivage sont de même nature, et que celles qui sont de nature différente appartiennent à des formes différentes.

On se sert pour représenter certains rapports de divisibilité de quelques expressions qu'on doit faire connaître : on dit du clivage dans les trois systèmes cristallins à mesures variables, qu'il est axotome lorsqu'il a lieu suivant une seule face perpendiculaire à l'axe ; paratome lorsqu'il est parallèle aux faces d'une forme finie ; péritome lorsqu'il a lieu suivant plus d'une face et parallèlement à l'axe et d'égale perfection ; prismatoïdique lorsqu'il a lieu dans un seul sens parallèle à l'axe ; déprismatique lorsqu'il a lieu en même temps dans la direction des faces d'un prisme à quatre faces, obliquangle vertical, et d'un prisme, de même genre, horizontal ; enfin, monotome lorsqu'elle a lieu suivant un seul sens, et qu'on ne veut pas dire si c'est parallèlement ou perpendiculairement à l'axe.

Relativement à la structure irrégulière, la cassure qui met cette structure à nu n'est considérée ici que comme une propriété des individus ou des minéraux, conformément aux principes de l'histoire naturelle. Le genre de cassure est déterminé par la nature des faces de cassure ; les inégalités des faces de cassure sont rondes ou angulaires : dans le premier cas, on dit que la cassure est conchoïdale ; dans le second, qu'elle est inégale. Les autres sortes de cassure, considérées par les minéralogistes, n'appartiennent point à la structure ou sont relatives à des minéraux composés.

2<sup>o</sup>. *Propriétés naturelles des minéraux composés.*

Les propriétés naturelles des minéraux composés sont 1<sup>o</sup>. les rapports de la composition ; 2<sup>o</sup>. les formes des minéraux composés ; 3<sup>o</sup>. l'es-  
pèce de liaison des minéraux simples qui entrent dans la composition.

1. Les compositions dans lesquelles apparaissent les individus du règne minéral sont régulières ou irrégulières : régulières, lorsque la forme qu'ils prennent dans leur combinaison est régulière, et une suite de la composition ; irrégulières dans le cas contraire.

Dans les compositions régulières sont les cristaux mis régulièrement entre eux ou les groupemens réguliers, et les cristaux hémitropes ou formés de deux parties de cristaux réunies entre elles en sens inverse de leur position naturelle.

Dans les compositions irrégulières sont les groupes cristallins et les druses cristallines. Les groupes cristallins résultent de l'ensemble de plusieurs cristaux isolés ou engagés, qui se soutiennent mutuellement et n'ont point de base commune ; les druses cristallines résultent de l'ensemble de plusieurs cristaux implantés qui ont une base commune.

2. Les formes des minéraux composés sont dites imitatives lorsqu'elles ont quelques ressemblances avec la forme de quelque autre objet. La forme imitative est dite libre lorsque les entours extérieurs n'ont aucune influence sur elle, et troublée dans le cas contraire.

Les formes imitatives libres peuvent provenir des groupes cristallins ou de druses cristallines.

Les formes imitatives libres qui proviennent des groupes cristallins sont des boules isolées ou engagées, plus ou moins parfaites.

Les formes imitatives libres qui proviennent des druses cristallines sont de trois sortes : 1<sup>o</sup> celles dont les individus ont une base commune, comme les formes botrioïde et dendridique ; 2<sup>o</sup> celles dans lesquelles un cristal sert de soutien à un autre, comme dans les formes dentelées, fibreuses, filamenteuses ; 3<sup>o</sup> celles dans lesquelles le soutien est cylindrique, comme dans les formes fissulaires.

Si la masse résultante de la réunion des individus n'est pas seulement de forme irrégulière, mais encore qu'on n'y observe aucune ressemblance avec la forme de quelque autre objet, on dit de cette masse qu'elle est compacte.

Les formes imitatives troublées supposent la préexistence d'un espace vide qu'ont pu venir occuper les individus des minéraux composés. Ces formes ne sont donc point propres aux minéraux composés. Cet espace, qui donne naissance aux formes imitatives troublées, peut être régulier ou irrégulier.

L'espace régulier peut seulement provenir de la cristallisation ; il donne naissance aux pseudomorphoses.

L'espace irrégulier est tantôt accidentel, comme les fentes, tantôt il dépend de la structure de la masse environnante, et tantôt il provient des décompositions de corps organiques. Il donne naissance, selon ces divers cas, aux formes plates et superficielles, aux formes globuleuses et aux pétrifications.

3. Les individus dont sont formés les minéraux composés sont divisés d'après les rapports de leurs trois dimensions, en grenus, buccillaires et testacés.

La cassure qui met à nu la liaison des minéraux simples présente ici les variétés suivantes : chonchoïdale, égale, inégale, esquilleuse, crochue, schisteuse et terreuse.

5<sup>o</sup>. *Propriétés naturelles des minéraux simples et composés.*

On divise ces propriétés en celles relatives à l'action de la lumière et celles qui ont rapport aux masses. Les premières sont l'éclat, la couleur et la transparence ; les secondes sont l'aggrégation, la dureté, la pesanteur spécifique, le magnétisme et l'électricité, la saveur et l'odeur.

*De l'éclat.*

On considère l'éclat dans les minéraux par rapport à son genre et à son degré de force.

Les différens genres d'éclat sont les suivans : 1<sup>o</sup>. l'éclat métallique, qui peut être parfait ou imparfait ; 2<sup>o</sup>. l'éclat adamantin commun ou métalloïde ; 3<sup>o</sup>. l'éclat gras ; 4<sup>o</sup>. l'éclat vitreux ; 5<sup>o</sup>. l'éclat nacré commun ou métalloïde.

Les divers degrés d'éclat sont exprimés par les mots fortement éclatans, éclatans, peu éclatans, brillans et mats.

Les gradations de genre et de degrés d'éclat dans les variétés d'une même espèce naturelle forment des séries correspondantes.

*Des couleurs.*

On distingue la couleur d'un minéral de celui de sa poussière.

Les couleurs des minéraux sont métalliques et non métalliques.

Les couleurs métalliques les plus utilisées en minéralogie sont les suivantes :

- 1°. Rouge de cuivre;
- 2°. Jaune de bronze, de laiton et d'or;
- 3°. Blanc d'argent, d'étain;
- 4°. Gris de plomb, d'acier;
- 5°. Noir de fer.

Les couleurs non métalliques sont en très-grand nombre, mais moins importantes.

Les diverses nuances de couleurs qui apparaissent aux diverses variétés d'une espèce naturelle, forment une série, qui est dite la série de couleur de cette espèce.

On s'en sert aussi peu que possible dans la caractéristique de la couleur et de l'éclat des minéraux; cependant, dans les caractères des espèces, des genres et des ordres, on a souvent égard à ces deux propriétés, qu'on n'emploie jamais d'ailleurs que comme auxiliaires.

#### *De la transparence.*

Relativement à la transparence, on considère la quantité de lumière qu'un minéral laisse passer.

Les degrés de transparence ne peuvent servir qu'à la description des minéraux et non à la caractéristique. Ces degrés sont : transparent, demi-transparent, translucide, translucide sur les bords et opaque.

#### *L'agrégation.*

On distingue les minéraux, relativement au genre d'agrégation de leurs parties, en solides et fluides. Les premiers peuvent être cassans, ten-

dres, ductiles, flexibles ou élastiques; les seconds peuvent être liquides ou élastiques gazeux.

#### *La dureté.*

C'est la résistance qu'opposent à leur séparation les parties d'un minéral. La grandeur de cette résistance donne le degré de dureté. On l'estime en cherchant à rayer les minéraux les uns par les autres. Cette propriété est très-utile dans la détermination des espèces du règne minéral. M. Mohs représente les degrés de dureté par des nombres, d'après l'échelle suivante:

- 1°. Représente le degré de dureté du talc prismatique ou commun;
2. Celui de la chaux sulfatée;
3. Celui de la chaux carbonatée rhomboédrique;
4. Celui de la chaux fluatée octaédrique;
5. Celui de la chaux phosphatée rhomboédrique;
6. Celui du feldspath prismatique;
7. Celui du quartz rhomboédrique;
8. Celui de la topaze prismatique;
9. Celui du corindon rhomboédrique;
10. Celui du diamant octaédrique.

#### *La pesanteur spécifique.*

Cette autre propriété est encore très-utile dans la détermination des espèces, on ne doit la prendre que sur des minéraux bien purs, et avoir toujours égard à la température.

#### *La saveur.*

Plusieurs minéraux solides et fluides ont une saveur. Parmi les premiers, la plus grande partie cependant sont sans saveur. Cette différence est

avantageusement employée dans la caractéristique. M. Mohs reconnaît les saveurs suivantes :

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1°. Astringente, | 5°. Fraîche,  |
| 2°. Douce,       | 6°. Amère,    |
| 3°. Salée,       | 7°. Urineuse, |
| 4°. Alcaline,    | 8°. Acide.    |

*L'électricité et le magnétisme.*

Ces propriétés, ainsi que la phosphorescence, sont utilisées en minéralogie comme caractère de description.

(La suite à la prochaine livraison.)

## ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE QUATRIÈME TRIMESTRE  
DE 1826.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant que les sieurs Derosne et compagnie sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, sur un terrain qui leur appartient, dans la section de la Monbleuse, commune d'Etréle (Haute-Saône).

Lavoirs à  
bras d'E-  
tréle.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant que la dame veuve et les héritiers de Pardailhan sont maintenus, en tant que de besoin, dans la concession des mines de houille existantes dans le territoire de la Caunette, d'Aigues et d'Aigues-Vives, rive droite de la Cesse (Hérault), sur une étendue de sept kilomètres carrés soixante-cinq hectares.

Mines de  
houille de la  
Caunette,  
d'Aigues et  
d'Aigues-Vi-  
ves.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant que le sieur Lansard est autorisé à établir quatre lavoirs

Lavoirs à  
bras de Ri-  
gny.



à bras, pour le lavage du minéral de fer, sur une dérivation du ruisseau dit la Bonne-Fontaine, au lieu dit les Emblains, commune de Rigny (Haute-Saône), conformément au plan joint à la présente ordonnance.

Mines de  
fer de Ba-  
laitg.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant concession des mines de fer de Balaitg situées dans le territoire de la commune de Taurinya (Pyrénées-Orientales).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur Raymond Rivals-Gincla des mines de fer de Balaitg, existantes dans les hauts-vallons de Fillols et Taurinya, département des Pyrénées-Orientales.

ART. II. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de onze kilomètres carrés soixante-dix hectares, est limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'ouest et au nord-ouest, à partir du clocher de Vernet, par des lignes droites dirigées sur les hauteurs de Balaitg et Elassère, lignes qui forment les limites sud-est de la concession des mines de Fillols et Taurinya ;

Au nord et à l'est, à partir de la hauteur d'Elassère (point N du plan), par la crête des montagnes qui séparent le territoire de Taurinya de ceux de Clara et de Vallestaria, jusqu'au point de concours des limites des communes de Taurinya, de Vallestaria et de Valmanya ;

Au sud, par une ligne droite tirée de ce dernier point à celui où se réunissent les limites des communes de Fillols, de Taurinya et de Vernet, désigné sur le plan, sous la dénomination de Font-Perdeau ou de Costelles, et de ce dernier point par une seconde ligne droite aboutissant au clocher de Vernet, point de départ.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant concession des mines de houille de Corcelle (Haute-Saône).

Mines de  
houille de  
Corcelle.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait aux sieurs Georges Noblot fils, Frédéric Méquillet, Louis Méquillet, Edme-François-Robert-Pierre-Joseph Gaussin, Joseph Pourchot, Michel Saglio, Florent Saglio, Jean-Pierre Carl, Pierre Gast, Jean-Georges Humann, François Viellard, Christophe Antonin, Petit Huguenin, Guénard, à la dame veuve de Joseph Saglio et compagnie, sous le nom de concession de Corcelle, concession des mines de houille situées sur le territoire des communes de Corcelle, Saulnot, Crevans, Villers-sur-Saulnot, la Chapelle-les-Granges, Malval et Grange-le-Bourg, département de la Haute-Saône.

ART. II. La concession, dont l'étendue superficielle est de quatorze kilomètres carrés quatre-vingt-cinq hectares, est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance :

Au nord, par une suite de lignes droites passant par le centre du château ruiné de Grange-le-Bourg, le centre de la ferme dite Goutte-aux-Loups, les bornes dites des Champs-de-Saulnot, le pont situé sur le chemin de Saulnot à Etobon et le pont du Ramier ;

A l'est, à partir dudit pont du Ramier, par le ruisseau de Rompré, la limite du territoire de la commune de Vernois jusqu'à la première borne, sise à l'est du bois Lassus, et depuis cette borne par une ligne droite dirigée sur la fontaine publique de Villars-sur-Saulnot ;

Au sud, par une suite de lignes droites passant par la dite fontaine de Villars-sur-Saulnot, le point dit le Chatelet, ou le haut du champ de la Chau, situé sur la route de Villers-Sixel à Arcey, le point dit la Roche-la-Dent et le Pavillon du capitaine Clere, situé dans le village de la Chapelle-les-Granges ;

A l'ouest, par deux lignes droites allant l'une dudit

Pavillon du capitaine Clerc à la fontaine publique de Crévans, et l'autre, de cette fontaine au centre du château ruiné de Grange-le-Bourg, point de départ.

ART. VII. Les concessionnaires sont tenus de laisser un massif intact de vingt mètres d'épaisseur en dedans du plan vertical passant par la limite occidentale de leur concession, dans toute l'étendue où cette limite est commune à la concession de Génonval, accordée par ordonnance de ce jour. Ils ne pourront exploiter ni entamer ce massif qu'avec l'autorisation spéciale de l'administration générale des mines, donnée sur l'avis du préfet et le rapport des ingénieurs des mines départis, les concessionnaires de la mine de Génonval ayant été entendus.

Patouillet et  
lavoirs à  
bras de  
Mantoche.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant que le sieur Monin est autorisé à construire, conformément au plan joint à la présente ordonnance, un patouillet à roue et deux lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, sur la rivière de la Sous-Froide, au-dessous du moulin de Mantoche, sur un terrain situé dans la commune du même nom (Haute-Saône).

Usine à fer  
de Castel-  
Jaloux.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant que les Srs. Barsalon fils aîné et compagnie sont autorisés à transformer le martinet à cuivre qu'ils possèdent à Neuffons, commune de Castel-Jaloux (Lot-et-Garonne), en une usine à fer composée d'un haut-fourneau et d'une affinerie : le tout conformément au plan de situation et de détails joint à la présente ordonnance.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant que le sieur Boisset-Baucherel est autorisé à conserver et tenir en activité la forge du moulin du Got, située sur la rive droite du Haut-Vezère, commune de Savignac Le Drier (Dordogne).

Forge de Sa-  
vignac Le  
Drier.

ORDONNANCE du 4 octobre 1826, portant que le sieur Boisset-Mimauz est autorisé à tenir et conserver en activité l'usine à fer qu'il possède sur une dérivation du Haut-Vezère, commune de Savignac Le Drier (Dordogne).

Usine à fer  
de Savignac  
Le Drier.

ORDONNANCE du 8 juillet 1826, portant concession des mines de houille de Gémonval (Doubs et Haute-Saône).

Mines de  
houille de  
Gémonval.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1er. Il est fait aux sieurs Samuel Blum et fils, sous le nom de concession de Gémonval, concession des mines de houille situées sur les départemens du Doubs et de la Haute-Saône, et limitées ainsi qu'il suit :

A l'est, par trois lignes droites passant par la tour du château ruiné de Grange-le-Bourg, le clocher de Crévans, le clocher de la Chapelle et celui de Gouvillard ;

Au sud, par une suite de lignes droites passant par les clochers de Gouvillard, Marvelise, Courchaton et Grammont ;

A l'ouest, par une seule ligne droite tirée du clocher de Grammont à celui de Géorfans ;

Au nord, par trois lignes droites passant par les clochers de Géorfans, Vellechevreux, Sessenans et la tour du château ruiné de Grange-le-Bourg, point de départ.

L'étendue superficielle de la concession est de vingt kilomètres carrés cinquante-six hectares, conformément au plan ci-joint.

ART. II. La concession de Gémonval, située dans les départemens du Doubs, et de la Haute-Saône, est placée, pour l'action administrative, dans les attributions du préfet de la Haute-Saône.

Forge de  
Junilhac-le-  
Grand.

ORDONNANCE du 8 octobre 1826, portant que le sieur Tenant-de-la-Tour est autorisé à conserver et tenir en activité la forge de Teindeix, située sur la rive gauche de la rivière de Lisle, commune de Junilhac-le-Grand (Dordogne), et que la consistance de cette usine est et demeure fixée, conformément au plan de masse et de détails joint à la présente ordonnance, à deux foyers d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer avec le charbon de bois.

Forge de  
Paysac.

ORDONNANCE du 8 octobre 1826, portant que le sieur Combescot, propriétaire de la forge de Vaux, est autorisé à conserver et tenir en activité ladite forge, située sur l'étang de ce nom, alimenté par le ruisseau de Chazotte, commune de Paysac (Dordogne), et que la consistance de cette usine est et demeure fixée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, à un foyer d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer au moyen du charbon de bois.

ORDONNANCE du 17 octobre 1826, portant concession des mines d'antracite de Rochasson (Haute-Saône). Mines d'antracite de Rochasson.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur Étienne Laucou des mines d'antracite de Rochasson, commune de Puy-Saint-Pierre, département des Hautes-Alpes, sur une étendue superficielle de trente-deux hectares.

ART. II. Cette concession, de forme triangulaire, est et demeure limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, par trois lignes droites passant par le clocher de Saint-Pierre, le rocher de Serre-Servoir et la Chapelle Saint-Jean, hameau de Queyras.

ORDONNANCE du 17 octobre 1826, portant que le sieur Charles-Jean-Baptiste-Antoine Pagnelle de Larret est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, six lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, dans la commune de Nantilly (Haute-Saône). Lavoirs à bras de Nantilly.

ORDONNANCE du 25 octobre 1826, portant que le sieur de Poilly est autorisé à établir une verrerie destinée à la fabrication des bouteilles de verre noir, dans son domaine de Lamotte, situé à Saint-Berain-sur-Dheune (Saône-et-Loire), et que dans cette verrerie, qui sera composée de deux fours de fusion, contenant chacun six creusets, l'impétrant ne pourra employer que de la houille pour combustible. Verrerie de Saint-Berain sur Dheune.

Lavoirs à  
bras de  
Champvans.

ORDONNANCE du 1<sup>er</sup> octobre 1826, portant que le sieur Jean-Baptiste Lamarche est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, sur une dérivation du cours de la fontaine de la Bonde, dans un pré lui appartenant, commune de Champvans (Haute-Saône).

Mine de  
plomb d'Al-  
loue.

ORDONNANCE du 1<sup>er</sup> novembre 1826, portant concession des mines de plomb sulfuré argentifère d'Alloue (Charente).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait, aux sieurs Louis-Aimé Laurence et compagnie, concession de la mine de plomb sulfuré argentifère, située dans la commune d'Alloue, département de la Charente.

ART. II. Ladite concession est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ;

Au sud, par une ligne droite tirée de l'angle ouest de la maison de l'Allemandie, au clocher d'Ambernac ;

A l'est, par une ligne droite tirée du clocher d'Ambernac, à l'angle sud-ouest de la première maison du village de Lafond ;

Au nord, par une ligne droite tirée du même angle de la première maison du village Lafond à l'angle est de la métairie dite Chez-Pouvet ;

A l'ouest, par une ligne droite tirée du même angle de la métairie dite Chez-Pouvet, à l'angle ouest de la maison de l'Allemandie, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de quinze kilomètres carrés quarante-sept hectares.

ORDONNANCE du 18 novembre 1826, portant concession des mines de manganèse de Saint-Martin-de-Fressengeas (Dordogne).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Il est fait concession au sieur Jean Nisson fils des mines de manganèse existant sur le territoire de la commune de Saint-Martin-de-Fressengeas, département de la Dordogne.

ART. II. La concession, renfermant une étendue superficielle de cent sept hectares vingt ares et vingt centiares, est et demeure limitée conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au sud, par une droite partant de l'angle oriental de l'habitation du Pérat et se terminant à la Croix sise sur le chemin de Saint-Martin, au point où celui-ci est coupé à angle droit par un autre chemin public ;

A l'ouest, par une seconde droite menée de ladite Croix au point d'intersection du chemin de Saint-Martin et de celui de la Chapelle-Fouché ;

Au nord-ouest et successivement au nord-est, par une troisième ligne droite partant de ce dernier point et aboutissant au colombier de Menand, et de là par une quatrième droite au colombier de Suquet ;

Enfin, à l'est, par une cinquième droite, menée du colombier Suquet à l'angle oriental du Pérat, pris pour point de départ.

ORDONNANCE du 15 novembre 1826, portant que le sieur Jacques Grenouillet est autorisé à conserver et tenir en activité la forge du Cros, située sur la rive gauche de la rivière de l'Isle, commune de Jumilhac (Dordogne).

Mines de  
manganèse  
de Fressen-  
geas.

Forge de  
Jumilhac.

Verrerie de  
Cheronvil-  
liers.

*ORDONNANCE du 25 novembre 1826, portant que le sieur Eugène de Bourbon-Busset est autorisé à établir sur sa propriété, dans la commune de Cheronvilliers, sur le bord et à droite du ruisseau dit de Lesme (Eure), une verrerie destinée à la fabrication de gobeletterie, cristaux et autres objets du même genre et du verre à vitre, et qu'elle se composera d'un seul four de fusion, contenant au plus dix creusets, et des fours à cuire et à étendre.*

Mines de  
houille de  
St.-Étienne.

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

[ Suite (1). ]

47. *ORDONNANCE du 15 novembre 1826.*

ART. 1<sup>er</sup>. Il est fait aux sieurs François-Louis Guétat, Jean-François Délay, Jean Chavannes et consorts, tels qu'ils sont désignés dans les actes des 9 juin et 10 novembre 1824, sous le nom de concession de la verrerie de Chantegraine, concession des mines de houille comprises dans le périmètre houiller n<sup>o</sup>. 15 *ter*, de l'arrondissement de Saint-Étienne, département de la Loire, et compris dans les limites ci-après :

A l'est, de l'axe du cours du Gier, une ligne passant par le milieu de l'embouchure du ruisseau de Couzon et se terminant au centre du Puits-Bourguignon, qui forme la limite sud de la concession dite des Grandes-Flaches;

(1) Voyez le commencement de ces ordonnances et une note des Rédacteurs, *Annales des Mines*, t. X, p. 367. Voyez aussi une autre note des Rédacteurs, t. XII, p. 392.

Au nord-est, du centre du Puits-Bourguignon, deux lignes droites brisées passant successivement par les centres des puits Coste et Pyro-Jacques, lesquelles lignes droites forment la limite sud-ouest de la concession des Grandes-Flaches sus-mentionnée ;

A l'ouest, du centre du puits Pyro-Jacques, l'axe du chemin de service tendant de la Cotonnière et Montjoint à Rive-de-Gier, jusqu'au point A, sur le bord de la grande route de Lyon à Saint-Étienne, près l'angle est de la maison Barrot; puis de ce point A, une ligne traversant ladite grande route de Lyon à Saint-Étienne, longeant, du côté de l'est, la maison et jardin du sieur Derolland, et se prolongeant ensuite jusqu'au milieu du cours du Gier; cette limite ouest, formant la limite, est de la concession du périmètre n<sup>o</sup>. 15 *bis*;

Au sud, de ce point sur le Gier, l'axe du cours de cette rivière jusque vers le milieu du confluent du ruisseau de Couzon, point de départ :

Les limites ci-dessus, comprenant une étendue superficielle de trente-deux hectares, conformément au plan qui restera joint à la présente ordonnance.

ART. II. Les concessionnaires sont assujettis aux clauses générales en trente-sept art., insérées dans l'ordonnance du 27 octobre 1824, relative à la concession Ducros, faisant partie du périmètre n<sup>o</sup>. 7 de l'arrondissement houiller de Saint-Étienne, département de la Loire, et qui seront mentionnées textuellement dans les ampliations de la présente ordonnance.

*ORDONNANCE du 15 novembre 1826, portant que la dame Ducheylard est autorisée à faire construire, conformément au plan joint à la présente ordonnance, dans le bâtiment de la platinerie qu'elle possède à Russangé, commune de Redange (Moselle), et sans rien changer au cours d'eau existant, une fenderie pour le fer, composée d'un seul fourneau à réverbère, qui ne*

Fonderie de  
fer de Re-  
dange.

*pourra être chauffé avec du combustible végétal, et d'un manège mu par deux roues à augets.*

Forge  
de Cuzorn.

ORDONNANCE du 15 novembre 1826, portant que le sieur Gignoux et compagnie sont autorisés à conserver et tenir en activité la forge qu'ils possèdent dans la commune de Cuzorn (Lot-et-Garonne), et d'augmenter cette usine de deux martinets : le tout conformément au plan joint à la présente ordonnance.

Lavoirs à  
bras de Verfontaine.

ORDONNANCE du 22 novembre 1826, portant que la dame Anne-Marguerite d'Obignier, veuve du sieur Harpin, et le sieur Jean-Baptiste-Célestin Harpin son fils, sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, six lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, dans le pré dit du Prieur, commune de Verfontaine (Haute-Saône).

Lavoirs à  
bras de la  
Chapelle  
St.-Quillain.

ORDONNANCE du 22 novembre 1826, portant que le sieur Gauthier est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, dans la commune de la Chapelle-Saint-Quillain, sur un terrain qui lui appartient, au lieu dit aux Epinettes (Haute-Saône).

ORDONNANCE du 22 novembre 1826, portant concession de la mine de plomb de Joursat (Puy-de-Dôme).

Mine de  
plomb de  
Joursat.

( Extrait. )

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Il est fait, aux sieurs Sablon, de Forget, Vial, Chenot et compagnie, concession de la mine de plomb de Joursat, commune de Singles, arrondissement d'Issoire, département du Puy-de-Dôme.

ART. II. La concession est limitée :

Au nord, par une ligne droite, menée du bâtiment sud du village de Mouilloux jusqu'à un point situé sur la Dordogne, dans le pré dit Chambon, appartenant au sieur Brugier;

Au sud-ouest, par une ligne droite partant de ce dernier point, et arrivant au bâtiment nord du village de Joursat;

Au sud-est, par une ligne droite menée de ce dernier point au bâtiment ouest de Plaignes;

Au nord-est, par une ligne droite passant de ce dernier point et arrivant au bâtiment sud de Mouilloux, point de départ;

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle d'un kilomètre carré seize hectares, conformément au plan annexé à la présente.

ORDONNANCE du 22 novembre 1826, portant que les sieurs Samuel Blum et fils sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, au lieu dit Prés-Mareaux,

Lavoirs à  
bras de  
Traves.

sur un terrain appartenant au sieur Normand ,  
commune de Traves ( Haute-Saône ).

Lavoirs à  
bras d'Es-  
sertenne.

ORDONNANCE du 22 novembre 1826 , portant que  
les sieurs Huot et Petitguyot sont autorisés à éta-  
blir, conformément au plan joint à la présente  
ordonnance, six lavoirs à bras, pour le lavage du  
minéral de fer, dans leur propriété, sise près du  
déversoir de l'étang d'Échalonge, commune  
d'Essertenne ( Haute-Saône ).

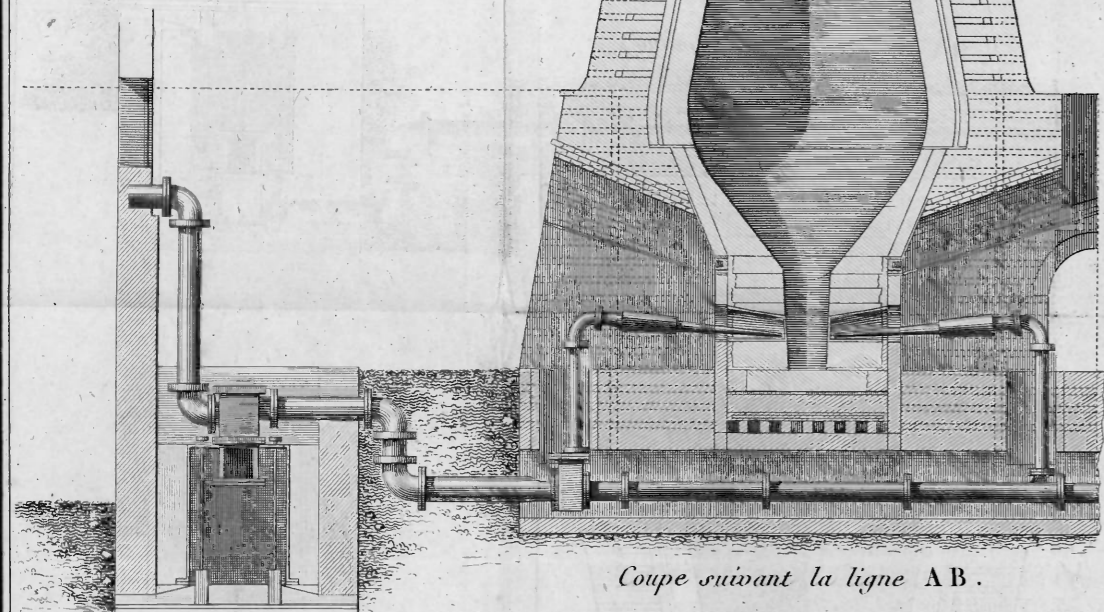
( La suite à la prochaine livraison. )

2 3 4

# TRAITEMENT DU FER EN ANGLETERRE

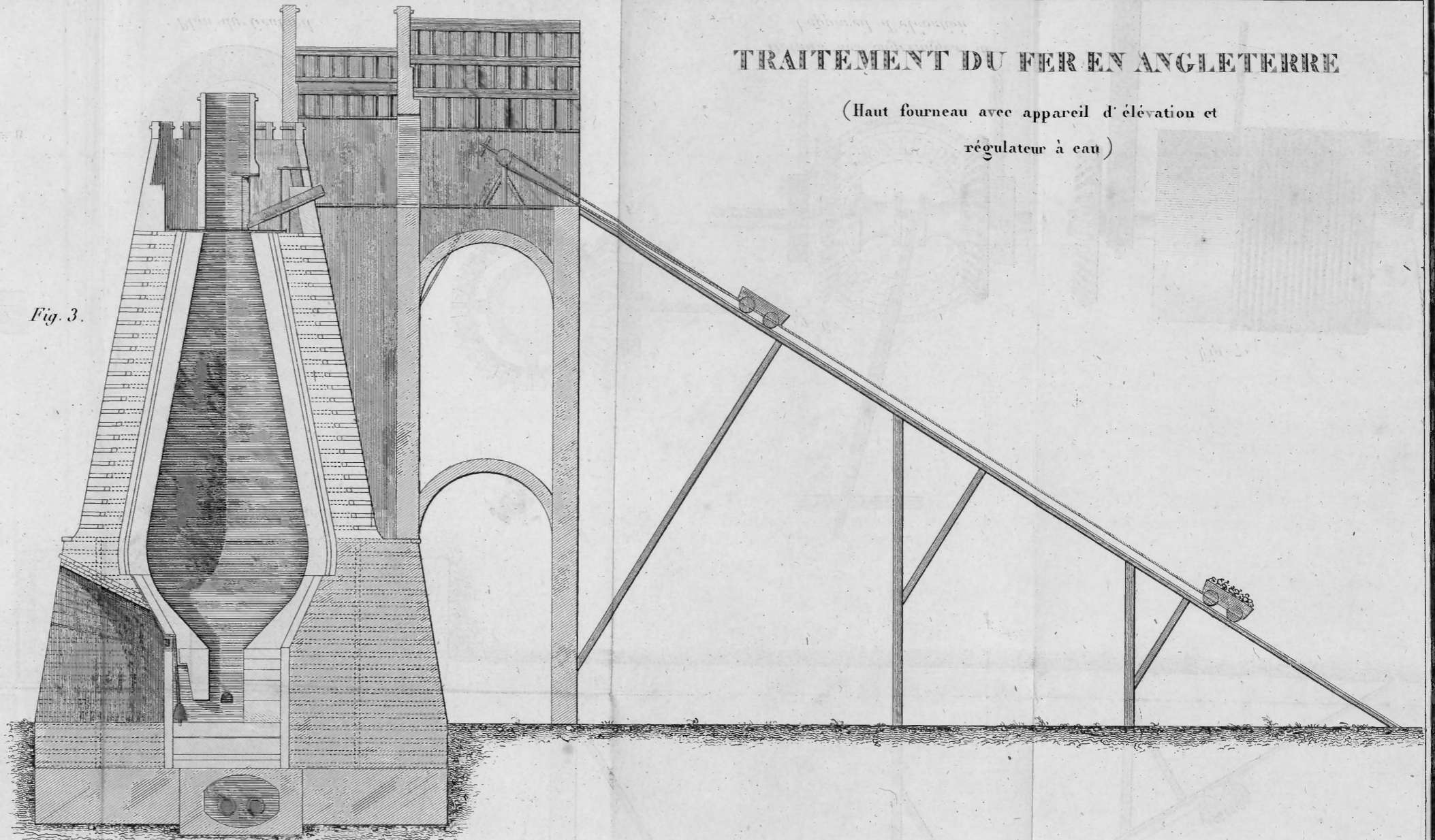
(Haut fourneau avec appareil d'élévation et régulateur à eau)

Fig. 1.



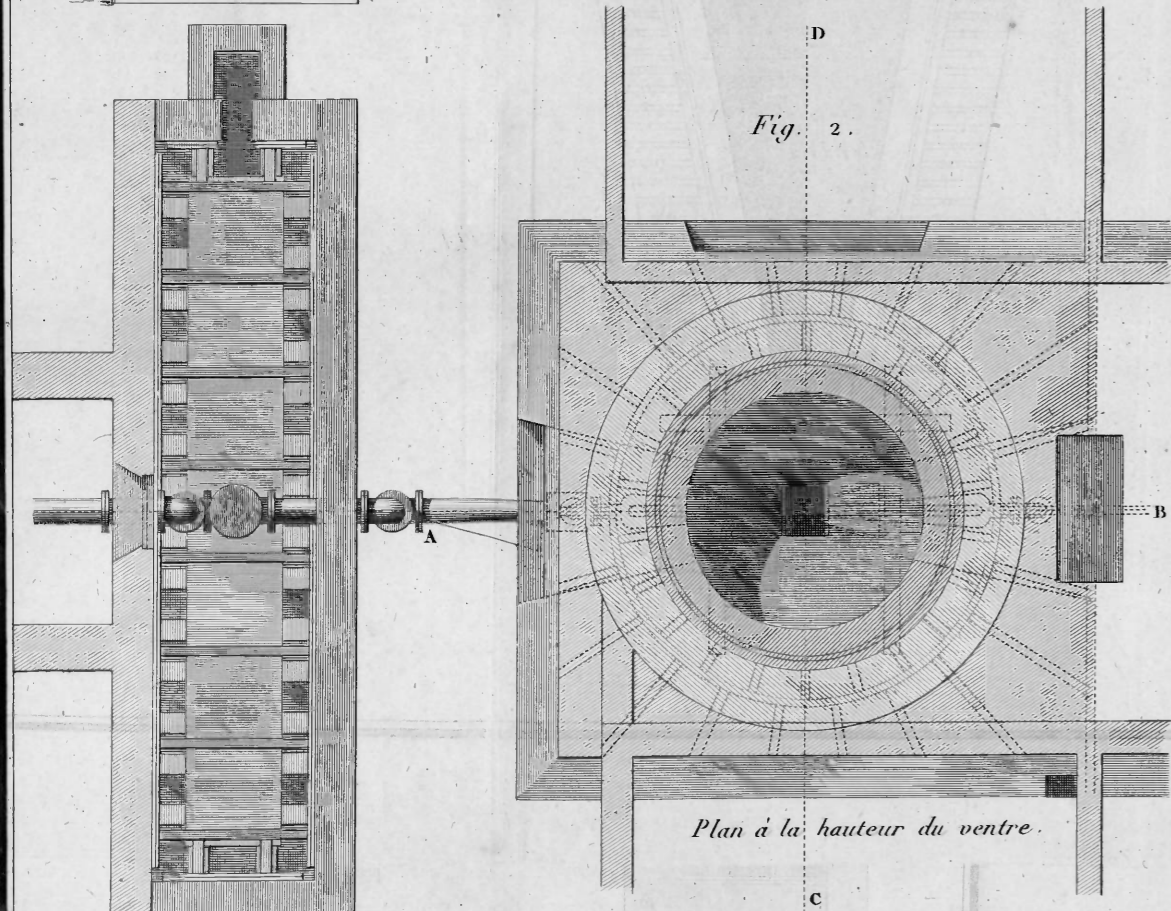
Coupe suivant la ligne AB.

Fig. 3.



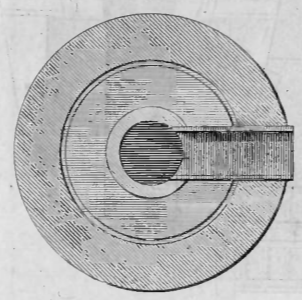
Coupe suivant la ligne CD.

Fig. 2.



Plan à la hauteur du ventre.

Fig. 4.



Plan du Goulard.

Fig. 5.

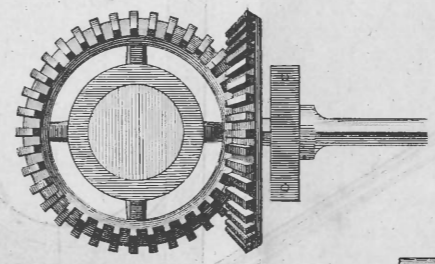
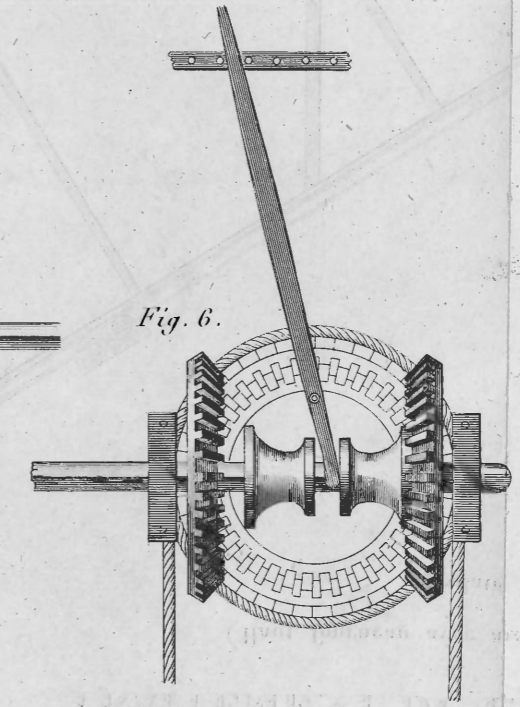
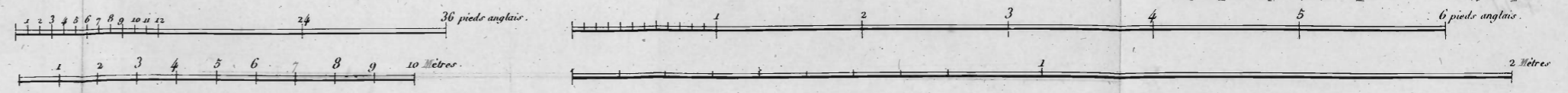
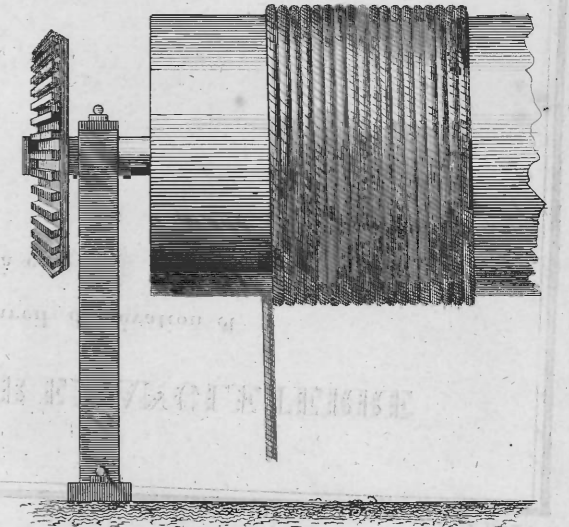


Fig. 6.



Détails des engrénages de l'appareil d'élévation.

Fig. 7.





TRAITEMENT DU FER EN ANGLETERRE,

(Hauts fourneaux.)

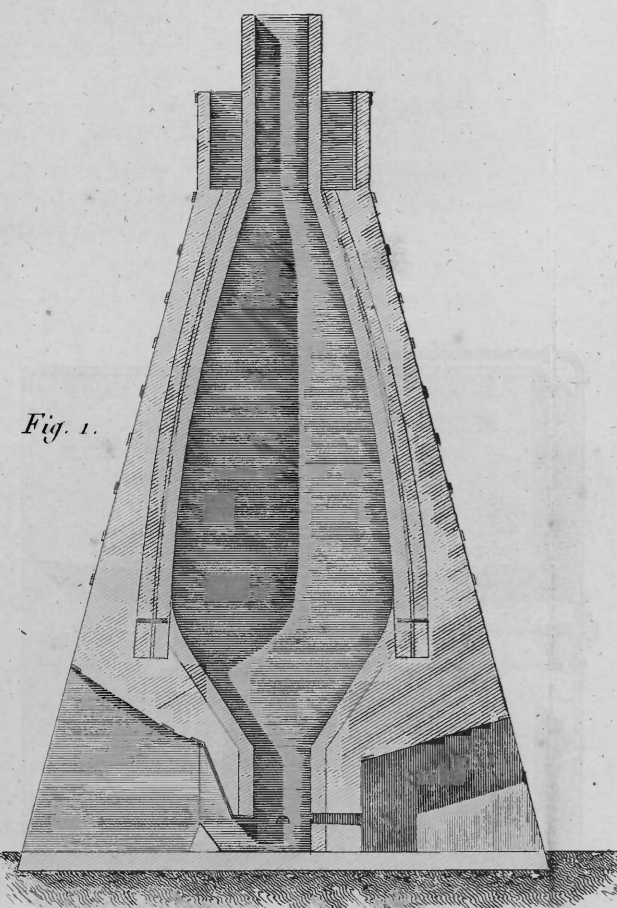


Fig. 1.

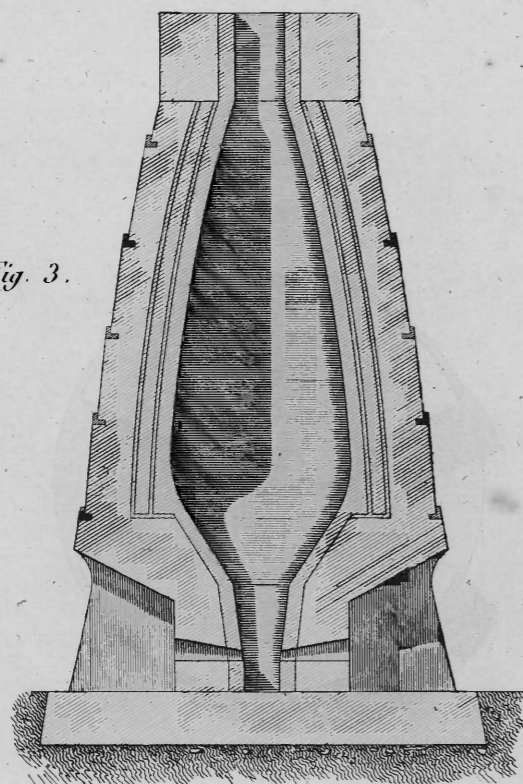


Fig. 3.

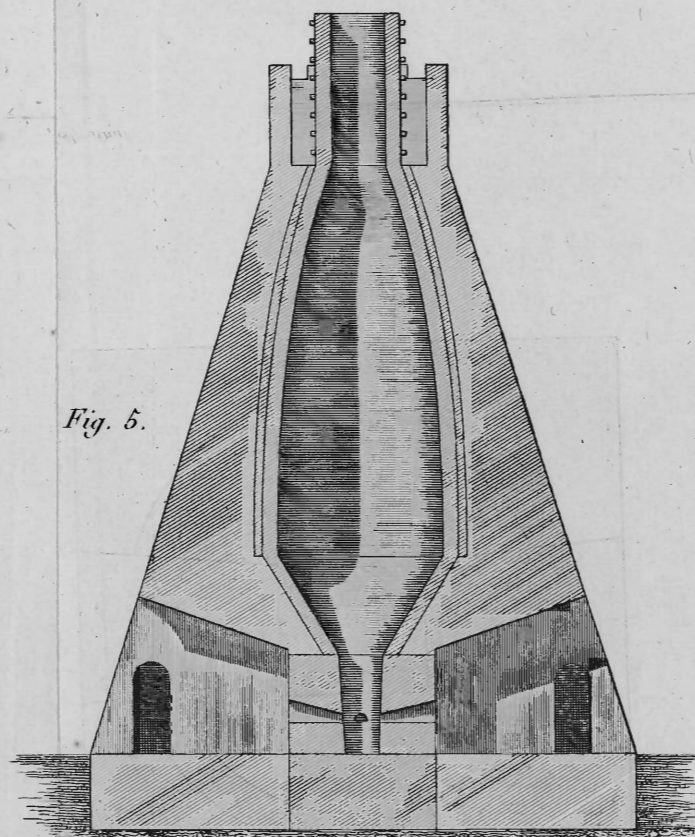


Fig. 5.

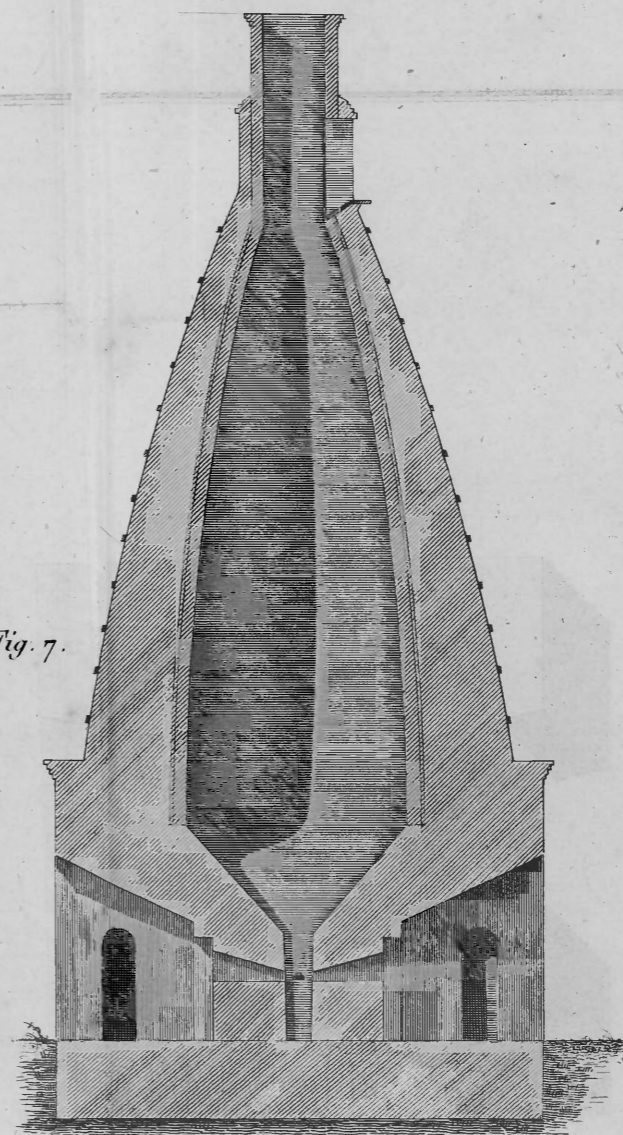


Fig. 7.

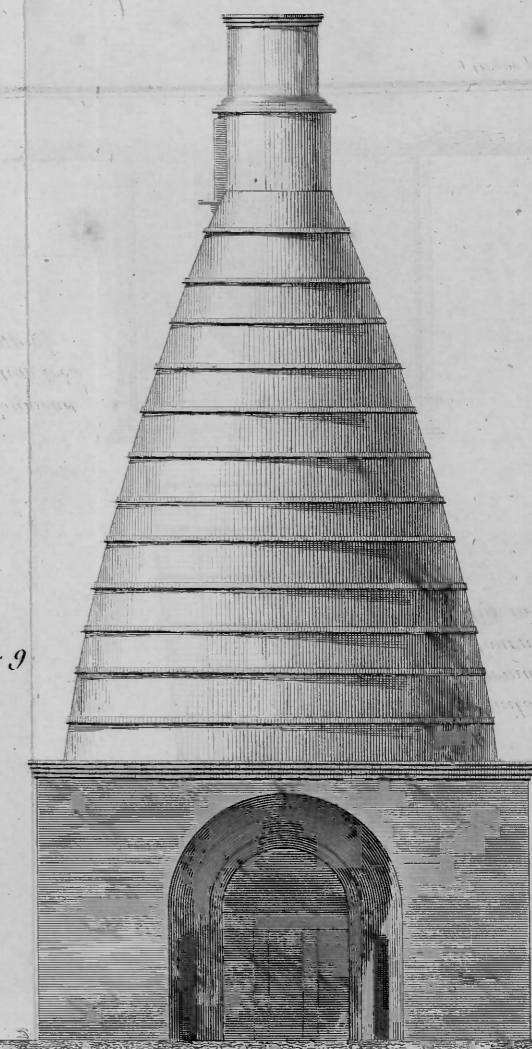


Fig. 9.

Elevation du haut fourneau Fig. 7 et 8.

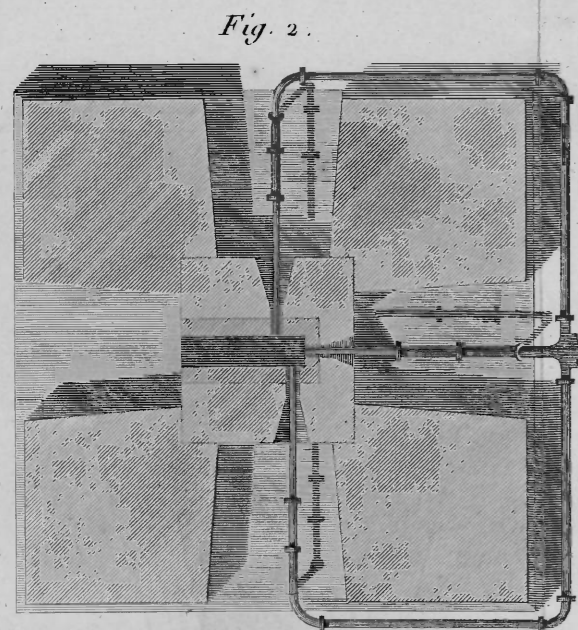


Fig. 2.

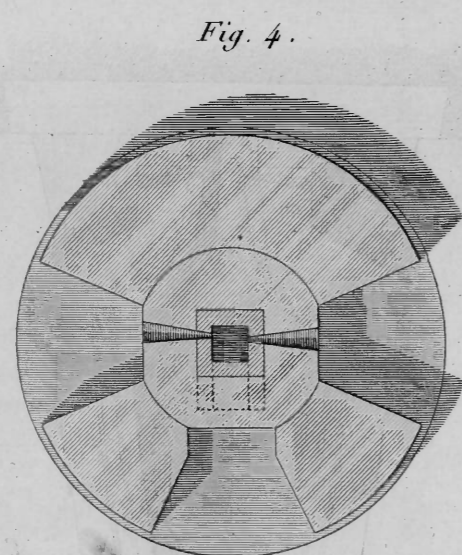


Fig. 4.

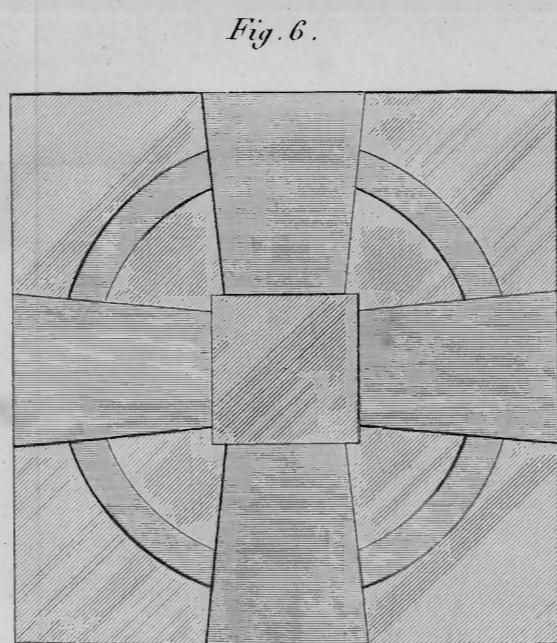


Fig. 6.

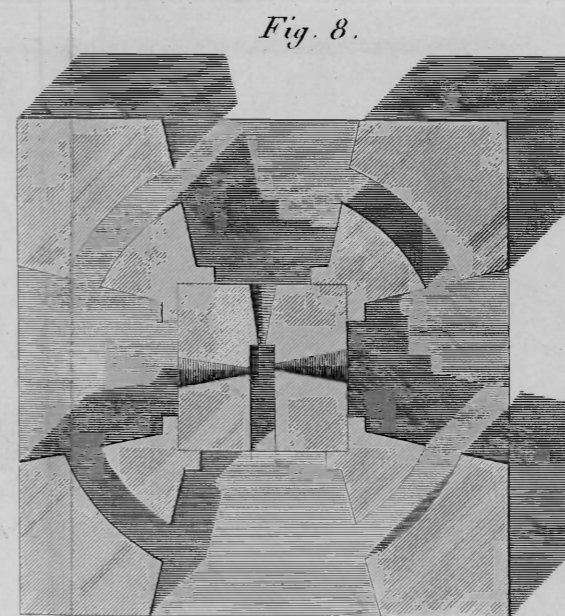


Fig. 8.

6 12 18 24 30 Pieds Angl.

1 2 3 4 5 10 Mètres

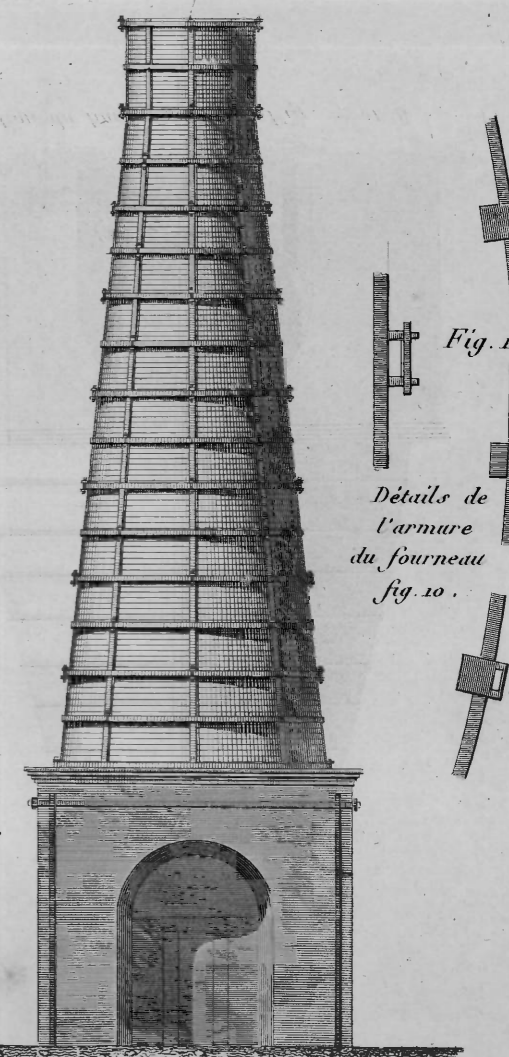


Fig. 10. H<sup>t</sup> Fourneau d'une construction très légère de Pontypool.



Fig. 11. Détails de l'armure du fourneau fig. 10.

---

 SUITE DE LA NOTICE

SUR

## LA FABRICATION

DE

LA FONTE ET DU FER EN ANGLETERRE,

PRÉCÉDÉE

D'UN APERÇU SUR LES DIFFÉRENS DÉPÔTS HOUILLERS  
DE CE PAYS ;PAR MM. DUFRÉNOY ET ÉLIE DE BEAUMONT,  
Ingénieurs au Corps royal des Mines (1).*Affinage de la fonte par les procédés anglais.*

§ 43. D'après le court aperçu que nous avons donné, au commencement de ce Mémoire, des perfectionnemens qui ont été apportés à l'affinage du fer à la houille, on a vu que cette opération se divisait en trois parties distinctes.

La première, l'affinage proprement dit, s'exécute dans des fourneaux analogues à nos foyers de mazage; elle produit un métal plus voisin de l'état de fer pur, et désigné sous le nom de *fine-metal*.

La seconde opération, qui a pour but de compléter l'effet de la première, est appelée *puddlage*. Elle s'exécute dans des fourneaux à réverbère désignés par le nom de *puddling furnaces*,

---

(1) Voir le commencement de cette Notice, 2<sup>e</sup> série, tome I<sup>er</sup>, page 353 et tome II, page 6.



Enfin, la troisième opération consiste à souder plusieurs barres de fer ensemble, et à les corroyer de manière à rendre la masse plus homogène et plus résistante. On se sert également de fourneaux à réverbère pour cette dernière opération : ils sont appelés en anglais *balling-furnaces* ou *mill-furnaces*.

Ces procédés, comme ceux de la fabrication de la fonte au moyen du coke, sont parvenus très-rapidement à l'état dans lequel ils se trouvent aujourd'hui, ainsi que le lecteur peut s'en convaincre en comparant notre travail au Mémoire de M. de Bonnard, qui a été inséré dans le *Journal des Mines*, tome XVII, p. 245, et dans lequel l'état des forges anglaises en 1802 se trouve décrit avec autant d'exactitude que de précision.

Pour rendre les dernières opérations de l'affinage plus faciles à saisir, nous les ferons précéder d'une description des fourneaux et des machines que l'on y emploie.

§ 44. *Fourneau d'affinerie ou finerie* (REFINERY FURNACE). La fonte qui provient du haut-fourneau est affinée dans des fourneaux appelés en anglais *refinery furnaces* ou *running out fires*, représentés fig. 10, 11 et 14, Pl. III. Leur forme est analogue à celle de nos feux de mazage; ils sont composés d'un massif de maçonnerie en briques, qui peut avoir 9 pieds carrés : ce massif s'élève peu au-dessus de terre. Le creuset, placé au milieu, a 2 pieds  $\frac{1}{2}$  de profondeur; il est rectangulaire; ses dimensions sont en général de 3 pieds sur 2 : son plus grand côté est parallèle à la face des tuyères; il est formé de quatre plaques de fonte. Le creuset porte, sur le devant, un trou, par lequel on peut faire couler le métal et les sco-

ries; au devant de ce trou, on pratique dans le sol une espèce de fossé, dans lequel se rend le métal, qui y prend la forme de plaques. Il y a un seul mur en briques du côté des tuyères. Sur les trois autres côtés, on place des portes en tôle pour empêcher l'air extérieur de refroidir le fourneau, qui est presque toujours placé sous une halle ou en plein air, mais jamais dans un endroit entouré de murs. La cheminée, qui peut avoir 15 à 18 pieds de hauteur, est soutenue par quatre piliers en fonte; elle ne commence qu'à 4 pieds au-dessus du niveau du foyer, afin que les ouvriers puissent travailler facilement.

Le nombre des tuyères est de deux ou de trois : elles sont placées à la hauteur du bord du creuset et espacées de manière à diviser sa longueur en parties égales; leur axe est incliné vers le fond sous un angle de 25 à 30°, de manière à plonger sur le bain de métal fondu qui se forme. Leur embrasure est garnie d'une plaque de fonte double, fig. 12 et 13, Pl. III, dans laquelle on fait circuler de l'eau au moyen de tuyaux cylindriques; elle est introduite par le tuyau *ab* et sort par le tuyau *cd* : c'est pour éviter que les tuyères ne brûlent qu'on emploie ce procédé.

On met ordinairement deux buses dans chaque tuyère, pour que le soufflage soit constant et uniforme; souvent aussi, dans le même but, l'air qui provient de la machine soufflante est reçu d'abord dans un régulateur.

La quantité d'air lancée dans les fineries est considérable; elle est à-peu-près de 400 pieds anglais cubes (13 mètr. cubes) par minute, pour chaque finerie; c'est environ la huitième partie de la consommation d'air d'un haut-fourneau anglais.

Fourneaux à puddler.

§ 45. *Des fourneaux à réverbère pour le puddlage* (PUDDLING FURNACES). Ces fourneaux rentrent dans la classe de ceux qu'on appelle en France fourneaux à réverbère. La chaleur développée dans ces fourneaux étant très-grande, on divise l'épaisseur du massif en deux parties. Le revêtement extérieur peut être construit en briques communes ou en matériaux du pays; mais la paroi intérieure est nécessairement composée de briques réfractaires. L'épaisseur de cette paroi intérieure varie suivant la partie du fourneau à laquelle elle appartient; elle est généralement de deux briques. Quant à l'épaisseur du revêtement extérieur, elle varie beaucoup; lorsqu'il est en briques, il n'est ordinairement composé que d'un rang.

Pour augmenter la résistance que ce fourneau doit opposer à l'action destructive de la dilatation produite par la chaleur, on l'arme en fer; quelquefois, comme dans les *fig.* 15 et 16, Pl. III, cette armure est simplement composée de barres de fer horizontales et verticales, qui entrent les unes dans les autres: ces barres sont arrêtées par des clavettes, qui les empêchent de s'écarter. Le plus ordinairement, les fourneaux à réverbère sont revêtus de plaques de fonte sur toute leur surface, comme l'indique la *fig.* 2, Pl. III: elles sont retenues par des barres de fonte verticales, appliquées sur les parois du fourneau, et par des barres de fer horizontales, qui sont placées au-dessus de la voûte.

Le fourneau est divisé intérieurement en trois parties distinctes, qui sont: *la chauffe, la sole et la cheminée.*

De la chauffe.

La *chauffe* varie de 3 pieds  $\frac{1}{2}$  à 4 pieds  $\frac{1}{2}$  de long sur 2 pieds 8 pouces à 3 pieds 4 pouces anglais

de large. L'ouverture de la porte par laquelle on charge le charbon a 8 pouces en carré; elle est évasée vers l'extérieur du fourneau: l'embrasure de cette porte est entièrement en fonte. On y accumule ordinairement de la houille.

Les barreaux de la chauffe sont mobiles, afin qu'on puisse, en les écartant avec un ringard, faire tomber les escarbilles qui s'amassent entre eux, et nettoyer la chauffe après chaque opération. C'est également pour cette raison que le mur qui forme la naissance de la voûte ne descend pas entièrement jusqu'à la grille. Il existe un vide de 3 pouces, par lequel les ouvriers introduisent leur ringard, et pour qu'ils puissent l'appuyer, on a placé à la hauteur de la grille une *maratre* en fonte, qui présente des dentelures, et que, par ce motif, on appelle quelquefois peigne. Les barreaux reposent sur deux *maratres* A, en fonte, qui ont de 3 à 4 pouces de côté; ils ont eux-mêmes de 12 à 14 lignes de côté.

Lorsque le fourneau est simple, on pratique sur le côté de la chauffe opposé à la porte un petit trou carré, par lequel on chauffe les ringards, et on bouche ce trou avec une brique. Lorsque les fourneaux sont accouplés, ce trou est placé à côté de la porte de la chauffe.

La *sole* est tantôt en briques, tantôt en fonte. Dans le premier cas, elle est composée de briques réfractaires placées de champ, et formant une espèce de voûte plate. Elle repose immédiatement sur un massif de maçonnerie plein, ou voûté à sa partie inférieure.

Quand elle est en fonte, ce qui devient maintenant d'un usage presque général, elle peut être composée d'une seule pièce ou de plusieurs.

De la sole.

Elle est plus ordinairement d'une seule pièce, ce qui a le désavantage d'obliger de reconstruire presque en entier le fourneau quand on veut la changer. Dans ce cas, elle est un peu creuse, comme dans la *fig. 3*, Pl. III : lorsqu'elle est de plusieurs pièces, elle est ordinairement plane.

Les soles en fonte reposent sur des piliers également en fonte, au nombre de quatre ou cinq; ils sont supportés par des dés en fonte placés sur une assise en maçonnerie. Cette sole entre de 2 pouces dans les murs du fourneau, sur toute sa circonférence; et pour qu'elle soit maintenue plus solidement, on place un rang de briques en saillie, de manière à former une espèce de tasseau.

La longueur de la sole est ordinairement de 6 pieds; sa largeur varie de point en point. Sa plus grande largeur, qui est vis-à-vis la porte, est de 4 pieds. Dans le fourneau dont nous donnons le dessin, *fig. 4*, Pl. III, et qui produit de bons résultats, la sole présente en outre, en cette partie, une espèce d'oreille qui entre dans l'embrasure de la porte; à sa naissance, vers la chauffe, elle a 2 pieds 10 pouces; elle en est séparée par un petit mur en briques (pont de la chauffe), qui a 10 pouces d'épaisseur, et s'élève de 3 pouces à 3 pouces  $\frac{1}{2}$  au-dessus d'elle. A l'autre extrémité, sa largeur est de 2 pieds. La courbure que présentent les côtés de la sole n'est pas symétrique; quelquefois elle forme un avancement, comme on l'observe dans la *fig. 4*, Pl. III. Ordinairement elle est seulement un peu plus forte du côté de la porte que sur la face opposée. La flèche de l'arc est d'un pied d'un côté et de 8 pouces de l'autre; à l'extrémité de la sole la plus éloignée de la chauffe, il existe un renflement en briques de 2 pouces  $\frac{1}{2}$

de hauteur, que l'on appelle *autel*, dont le but est d'empêcher le métal qui viendrait à fondre de couler vers le trou du floss. Au-delà de l'autel, la sole se termine par un plan incliné, qui aboutit au *floss*, ou trou du chio, issue par laquelle les scories coulent hors du fourneau: le floss est ordinairement presque au niveau de la sole. Il est pratiqué dans le massif de la cheminée. Afin que les scories ne se figent pas sur ce plan incliné, on force la flamme à passer dessus en abaissant l'ouverture de la cheminée. Il existe près de cette ouverture une plaque de fonte, sur laquelle on fait ordinairement un peu de feu pour entretenir les scories liquides. Ce feu a en même temps l'avantage de brûler les gaz qui s'échappent du fourneau, d'exciter le tirage, et d'échauffer cette partie de la sole très-éloignée du foyer: c'est au-dessus de cette plaque de fonte et au bas de ce plan incliné que les scories s'accumulent dans une petite cavité, d'où ensuite elles s'écoulent; souvent elles s'y figent, et l'ouvrier les fait sortir avec le ringard.

La porte est une plaque de fonte garnie intérieurement de briques réfractaires; son épaisseur totale est de 3 pouces  $\frac{1}{2}$ , *fig. 18*, Pl. III; elle présente à sa partie inférieure une ouverture rectangulaire de 4 à 5 pouces de côté, qui se ferme au moyen d'une brique, et par laquelle les ouvriers peuvent reconnaître l'état du fourneau, faire chauffer leurs ringards, et brasser le métal désagrégé; la porte se soulève et se ferme au moyen d'un levier et d'un contre-poids, *fig. 18*, Pl. III. Elle glisse dans l'embrasure en fonte, qui a 14 pouces de côté, et qui présente une coulisse, ainsi que la *fig. 18* le fait voir.

De la chie  
Trous  
du  
floss.

De la che-  
minée.

DE NOT

Le massif de la cheminée fait continuité avec le fourneau; il est très-souvent supporté par quatre colonnes en fonte et des marbres placées horizontalement, comme l'indique la *fig. 2*. Les cheminées sont ordinairement entièrement verticales; quelquefois cependant, dans certaines usines où l'on veut profiter de la chaleur pour chauffer des chaudières de machine à vapeur, on en fait une partie horizontale. Excepté ces cas, il est préférable de faire les cheminées verticales; elles tiennent moins de place et elles coûtent moins à construire.

Souvent pour rendre la construction plus économique, on accole deux fourneaux et on réunit leurs cheminées ensemble; mais comme le tirage n'est pas le même et que souvent l'opération du puddlage n'est pas au même point dans les deux fourneaux, on conserve les deux tuyaux de cheminée isolés et séparés entre eux par un mur composé d'un ou de deux rangs de briques réfractaires. Quelquefois aussi on laisse les cheminées des deux fourneaux accolés entièrement indépendantes l'une de l'autre et dans deux massifs isolés.

L'extérieur des cheminées, *fig. 15*, Pl. III, est construit en briques communes, tandis que l'intérieur est formé d'un rang de briques réfractaires non liées avec les premières. Par ce moyen, on peut réparer l'intérieur des cheminées à volonté sans démonter l'extérieur.

La largeur intérieure de la cheminée est de 14 à 16 pouces: elle est carrée ou rectangulaire. Sa hauteur varie de 40 à 45 pieds; elle porte à sa partie supérieure une plaque en fer ou registre (en anglais *damper*), que l'on peut ouvrir ou fer-

mer au moyen d'un levier, de manière à régler le tirage.

Lorsque les cheminées sont horizontales, on leur donne intérieurement les mêmes dimensions: leur partie supérieure est voûtée. Les briques qui forment la voûte sont réunies par un lien en fer.

Lorsqu'il y a deux fourneaux accolés, l'axe de la cheminée commune est placé sur leur ligne de séparation, de façon qu'il faut deux tuyaux inclinés, qui conduisent la fumée de chaque fourneau dans la cheminée. Dans ce cas, le floss est séparé de la cheminée, et placé, comme à l'ordinaire, sur le prolongement de l'axe du fourneau. Le petit tuyau incliné, qui met la cheminée en communication avec le fourneau, n'a que 8 à 10 pouces de vide intérieur: sa surface de réunion avec le corps de la cheminée est évasée; les ouvriers assurent que lorsque ces deux parties sont à angle droit, le tirage est beaucoup moins bon.

La sole du fourneau est élevée de 3 pieds au-dessus du sol. La voûte, qui n'a que l'épaisseur d'une brique, est élevée de 2 pieds au-dessus du pont de la chauffe, et au-dessus du niveau de la sole pris au milieu du fourneau. A son point extrême, près de la cheminée, son élévation n'est que de 8 pouces; cette hauteur est aussi celle de l'ouverture de la cheminée.

Dans la plupart des usines, la sole est recouverte d'une couche de sable réfractaire de 2 pouces  $\frac{1}{2}$  à 3 pouces d'épaisseur, que l'on bat légèrement avec une pelle. A chaque opération, une partie du sable est entraînée, on en remet dans les parties qui présentent des cavités.

Depuis quelques années, on a commencé à

Sole en  
sable.Sole  
en scories.

substituer au sable des scories pilées ; cette substitution donne, assure-t-on, une assez grande économie de fer et de combustible. Quant à l'économie en fer, elle est évidente ; les scories que l'on emploie, étant déjà saturées d'oxide de fer, elles ne peuvent plus en dissoudre. D'un autre côté, on peut mettre en question si ce procédé peut toujours être employé avec avantage, attendu que les verres terreux que fournit la sole, accélèrent peut-être l'affinage en absorbant de l'oxide de fer et en dissolvant en partie avec cet oxide les matières impures qui donnent au fer des qualités nuisibles. Cependant, M. Chaper a vu, en 1826, l'usage des scories pour la confection des soles des fourneaux à puddler introduit dans un grand nombre d'usines ; les ouvriers lui ont dit qu'entre autres avantages elles ont celui de donner un fer moins pailleux, les grains du sable auquel on les substitue étant sujets à s'introduire et à rester dans le fer, dans lequel ils produisent des solutions de continuité.

Lorsqu'on recouvre la sole d'une couche de scories, on se sert de préférence de celles de chaufferies, comme les plus pures : on les pile de manière qu'elles soient réduites en gros sable ; on les tasse un peu sur la sole en les frappant avec une pelle.

Il existe quelques usines où l'on affine sur la sole en fonte sans faire une couche de scories ; on en jette seulement quelques pelletées au moment de charger. Cette méthode a l'inconvénient d'altérer très-facilement la sole.

Depuis quelques années, on a établi en France des forges à l'anglaise à des distances assez éloignées des mines de houille ; et le prix de ce com-

bustible a fait chercher des moyens de l'économiser. Nous avons vu des fourneaux construits dans ce but, dans lesquels on chauffait le fine-metal en même temps que l'on puddlait. D'après des renseignements que quelques maîtres de forges ont eu la bonté de nous communiquer, il paraît qu'on économise par ce moyen une petite quantité de combustible (40 à 45 kilogr. sur 350), et qu'on peut affiner une plus grande quantité de fonte dans le même temps ; on fait cinq opérations au lieu de quatre. Ces fourneaux sont de deux espèces.

Dans les uns, on élève de quelques pouces l'extrémité du fourneau la plus éloignée de la chauffe, et on y pratique une espèce de large autel, sur lequel on place le fine-metal, au moyen d'une porte située en face ; il s'échauffe par le courant d'air chaud qui se rend dans la cheminée. Quand l'opération du puddlage est terminée, on amène le fine-metal déjà rouge sur la partie inférieure de la sole. On est obligé de faire une seconde voûte au-dessus de l'autel. Ces fourneaux sont généralement peu employés.

Dans le plus grand nombre des cas, on allonge seulement le fourneau de 18 pouces à 2 pieds, et on pratique une porte à l'extrémité opposée à la chauffe, pour introduire le fine-metal sur la sole. Cet allongement ne paraît avoir d'autre inconvénient que de refroidir un peu l'extrémité du fourneau et d'empêcher les scories de couler. Pour y remédier, on entretient constamment du feu près de l'ouverture placée dans le massif du fourneau.

Nous connaissons un fourneau de cette nature, ayant une sole de 9 pieds de long, sur laquelle

Des four-  
neaux où  
l'on chauffe  
le fine-me-  
tal.

on affine à-la-fois 600 livres de fonte; il paraît donner des résultats avantageux.

Des four-  
neaux à ré-  
chauffer.

§ 46. *Des fourneaux à réchauffer.* (REHEATING FURNACES, BALLING FURNACES, OU MILL-FURNACES.) Les fourneaux à réverbère employés pour réchauffer le fer brut produit par les fourneaux à puddler sont analogues à ceux-ci; leurs dimensions sont seulement différentes. Leur largeur est plus grande sur-tout sur le devant, où on leur donne une courbure. La sole des fourneaux à réchauffer est généralement formée d'une voûte plate, en briques, recouverte d'une couche d'un pouce à 1 pouce  $\frac{1}{2}$  de sable. Nous en avons cependant vu quelques-uns dont la sole était en fonte. Nous avons représenté une de ces soles, *fig. 20*, Pl. III. Souvent on donne à la sole de ces fourneaux une légère pente vers le trou du floss, afin de faciliter l'écoulement des scories, qui sont encore assez nombreuses, sur-tout quand on chauffe les pièces obtenues par le forgeage des balles ou loupes.

Une partie du sable de la sole se combinant avec l'oxide de fer et passant en scories, on ajoute, toutes les deux ou trois opérations, du sable dans les parties où la sole ne présente pas assez d'épaisseur.

§ 47. (*Machines d'une forge à l'anglaise.*) En Angleterre, on se sert, pour le forgeage et l'étirage du fer, de marteaux en fonte d'un grand poids, de cylindres de différentes dimensions, destinés à cingler les loupes et à étirer le fer en barres, et de cisailles. Ces différens mécanismes sont mus soit par une machine à vapeur comme dans le Staffordshire et dans presque tous les autres comtés de l'Angleterre, soit par des roues

hydrauliques quand les localités le permettent, comme dans plusieurs usines du sud du pays de Galles.

Nous allons donner quelques détails sur ces différens mécanismes, sans nous occuper du moteur qui les met en jeu.

Ordinairement l'arbre du moteur porte à droite et à gauche, comme le représente le plan général, *fig. 8*, Pl. IV, une grande roue dentée, qui communique le mouvement aux différens mécanismes par des roues dentées plus petites. Nous supposerons, comme c'est le cas assez habituel, qu'il existe six de ces roues dentées, quatre mettant en mouvement des systèmes différens de cylindres, et les deux autres faisant marcher les cisailles et le marteau. Les cylindres employés dans une usine ne sont jamais placés tous sur le même arbre, parce qu'ils ne doivent pas marcher tous à-la-fois, et qu'ils doivent avoir des vitesses différentes, suivant leur diamètre. On a soin, pour économiser le temps et faciliter le travail, de réunir, d'un côté de la machine motrice, le marteau, les cisailles et les cylindres dégrossisseurs, tandis que de l'autre on place les différens systèmes de cylindres destinés à étirer le fer en barres. Par la même raison, les fourneaux à puddler doivent être groupés du côté du marteau, tandis que ceux à réchauffer seront disposés dans l'autre partie de l'usine.

§ 48. Les marteaux, *fig. 1* et 6, Pl. IV, sont entièrement en fonte; ils ont à-peu près 10 pieds de long et se composent ordinairement de deux parties, le manche et la tête ou panne. Cette dernière entre à frottement dans le manche, elle y est retenue par des coins en fer et en bois. La panne se compose de plusieurs plans en retraite les uns sur les au-

Disposition  
générale du  
mécanisme.

Des  
marteaux.



tres, comme on le voit dans la *fig. 3*. Ces différens plans sont destinés à donner des formes différentes à la loupe.

Le manche du marteau porte deux oreilles en partie cylindriques, qui lui servent de tourillons : elles tournent sur des crapaudines en cuivre encastrées dans des pièces en fonte. Deux trépieds en fonte, reliés à leur partie inférieure par des pièces horizontales en fonte, le tout coulé souvent d'une seule pièce, forment le support du marteau.

Des cames.

Un anneau de fonte appelé *came-ring-bag*, et qui porte des cames mobiles, fait mouvoir le marteau, qui est à soulèvement. Dans une usine que nous avons pu visiter avec détail, le diamètre de cet anneau était de 3 pieds, et son épaisseur de 18 pouces ; le poids de cette pièce était de 4,000 kilogrammes.

Le poids du manche du marteau était de 3,500 kilogrammes, et celui de la tête ou panne de 400 kilogrammes.

De l'enclume.

§ 49. L'enclume est également composée de deux parties : l'une, appelée panne de l'enclume, est la contre-partie de la panne du marteau ; elle pèse également 400 kilogrammes.

La seconde, désignée par le nom de souche de l'enclume, pèse 4,000 kilogrammes. Sa forme est celle d'un parallépipède dont les arêtes sont arrondies. Comme le poids de toutes ces pièces est très-grand et que les chocs sont considérables, on ne saurait prendre trop de précautions dans l'établissement du marteau et de son enclume. Ordinairement on établit une forte maçonnerie, *fig. 1*, Pl. IV, sur laquelle on place un grillage en bois, double ou même quadruple, formé de poutres

placées les unes à côté des autres. Ces poutres font ressort et détruisent une partie de l'effort que produit le choc. Elles fatiguent beaucoup ; nous en avons vu retirer après six mois de service qui étaient réduites en fibres isolées. Pour parer à cet inconvénient, on a placé, en réparant le grillage, une plaque de fonte de 6 pieds en carré entre la souche de l'enclume et le grillage.

§ 50. Les cisailles sont composées de deux branches, l'une fixe et l'autre mobile, chacune formée de deux pièces. Des cisailles.

La branche fixe est une plaque de fonte qui fait corps avec un plateau horizontal, fixé à une pièce de bois ou de fonte faisant partie du sol. Un ciseau acéré, *fig. 9*, Pl. IV, est fixé à sa partie supérieure par des vis et des écrous.

La branche mobile est également en fonte ; elle porte un axe autour duquel elle tourne et qui entre dans la partie fixe ; elle est aussi armée d'un ciseau acéré, arrêté par des vis et des écrous. Un excentrique ou une ellipse, mu immédiatement par une roue dentée, soulève la branche mobile et la force à couper les barres de fer qu'on lui présente. La pression que ces cisailles éprouvent est telle, qu'elles coupent sans secousse des barres de fer de 6 ou 8 lignes d'épaisseur.

§ 51. *Des cylindres*. Il y a trente-cinq à quarante ans, on n'employait en Angleterre que des marteaux et des martinets pour forger et étirer le fer. Vers cette époque, Ehaseldeen, mécanicien dans le Shropshire, imagina de substituer la pression des cylindres à la percussion des marteaux. Depuis ce temps, ceux-ci, complètement abandonnés dans beaucoup d'usines, ne sont plus employés, dans celles où il en existe Des cylindres.

encore, que pour réunir les loupes; et l'étirage entre les cylindres opère en peu de secondes ce qu'on ne faisait autrefois qu'après plusieurs cbaudes réitérées. Ce procédé a produit une économie considérable dans la main-d'œuvre, et a permis de fabriquer une beaucoup plus grande quantité de fer, à cause de sa prodigieuse rapidité. Ainsi, autrefois une affinerie marchant avec un marteau produisait à peine 10 milliers de fer en barres par semaine, tandis qu'aujourd'hui une affinerie de moyenne grandeur, travaillant avec des cylindres, en produit 150 dans le même temps, sans autre moteur qu'une machine à vapeur de trente chevaux.

On peut distinguer en deux espèces les cylindres employés dans une forge anglaise.

Ceux qui servent à étirer la loupe, appelés en anglais *puddling-rolls* ou *roughing-rolls*, et que nous désignons sous le nom de cylindres dégrossisseurs, et qui le sont dans quelques nouvelles usines de France, sous celui d'*espatards*.

Les seconds sont les cylindres étireurs, appelés en anglais *rollers*, destinés à étirer en barres le fer massiau ou fer brut, après qu'on lui a fait éprouver un soudage pour le rendre plus malléable. Cette seconde espèce de cylindres se subdivise en plusieurs, suivant les échantillons de fer qu'on veut obtenir. Ces échantillons varient ordinairement depuis 24 lignes carrées jusqu'à moins de 2 lignes. Nous indiquerons les proportions de ces différens cylindres.

Dispositions  
générales.

Au-dessous des cylindres, on est dans l'habitude de pratiquer un fossé longitudinal, dans lequel tombent les scories et les battitures lorsqu'on comprime le fer. Les parois de ce fossé, cons-

truites en pierre, sont établies sur un massif de maçonnerie solide et capable de supporter la masse énorme des cylindres. Des poutres forment en partie les côtés de ce fossé, afin qu'on puisse assujettir les cylindres en les y réunissant au moyen de vis et d'écrous. Ces poutres sont souvent remplacées par des pièces de fonte, ce qui est préférable, non-seulement parce que les montans ou fermes y sont fixés plus solidement, mais parce que ces pièces de fonte, à raison de leur poids, sont plus difficiles à ébranler; ce qui arrive souvent quand les cylindres sont montés sur des pièces de bois.

Un tuyau amène sur chaque paire de cylindres un petit filet d'eau, pour empêcher qu'ils ne s'échauffent trop. Cette eau paraît avoir également pour but de prévenir l'adhérence du fer au cylindre, en refroidissant sa surface et peut-être en y produisant une légère oxidation.

Les cylindres sont mis en mouvement par des arbres qui sont à-la-fois dans le prolongement de l'axe des cylindres et dans celui de la roue dentée, qui doit faire mouvoir le système. Ces arbres ont 1 pied de diamètre pour le marteau et les cylindres dégrossisseurs, et 6 pouces lorsqu'ils communiquent le mouvement aux cylindres destinés à étirer le fer en barres. Comme le plus ordinairement tous ces mécanismes ne marchent pas ensemble, pour diminuer la résistance et en même temps pour ménager les mécanismes, on fait les arbres de deux pièces, qui peuvent s'engrener ou se désengrener à volonté. Ces deux pièces portent chacune un manchon, qui est armé de dents taillées angulairement, *fig. 4 et 7, Pl. V.* L'un de ces manchons glisse sur

l'axe, lequel est taillé suivant une figure qui présente quatre angles rentrants et quatre angles saillans, *fig. 3*, Pl. V, afin que le manchon l'entraîne en tournant.

Les arbres qui transmettent le mouvement ont souvent une grande longueur. Ils sont supportés par des coussinets placés de distance en distance. Le coussinet proprement dit est en cuivre jaune emboîté dans une pièce de fonte. Le tout est fixé sur une pièce de charpente ou de fonte avec des boulons et des écrous, ainsi que le représentent les *fig. 1, 4 et 5*, Pl. V.

Les cylindres sont toujours montés dans des châssis en fonte, appelés *fermes* ou *cages*, qui varient de dimensions suivant les diamètres des cylindres. Nous les décrirons plus bas.

Des cylindres dégrossisseurs ou ébaucheurs.

§ 52. Les cylindres *dégrossisseurs* ou *ébaucheurs* (*roughing rolls*) sont destinés, soit à cintrer immédiatement la loupe ou balle, quand on la retire des fourneaux à puddler, comme dans les usines du pays de Galles, soit seulement à étirer la pièce, lorsqu'on a commencé à forger au marteau, comme c'est d'usage dans la plupart des usines du Staffordshire et dans les forges à l'anglaise récemment établies en France.

Les cylindres dégrossisseurs dont nous avons pu mesurer les dimensions avaient généralement 7 pieds de longueur, y compris les tourillons, ou 5 pieds de table, et 18 pouces de diamètre, et pesaient ensemble 4,000 à 4,500 kilogrammes. Ils portent des cannelures en général elliptiques au nombre de cinq à sept, dont la grandeur diminue progressivement. Le petit axe de chaque ellipse, qui est toujours placé dans le sens vertical, est égal au grand axe ou à l'axe horizontal

de la cannelure suivante, de sorte qu'en changeant de cannelure on est obligé de faire faire un quart de révolution à la barre, ce qui fait que le fer s'allonge dans tous les sens; quelquefois, comme dans la *fig. 1*, Pl. V, les cylindres ébaucheurs servent en même temps de cylindres préparateurs, et alors ils portent des cannelures de deux sortes: les unes, elliptiques, sont destinées à donner à la balle une forme ovoïde plus ou moins allongée; les autres sont rectangulaires. Plusieurs des cannelures sont hérissées de petites aspérités analogues aux dents d'une lime, destinées à mordre sur la loupe pour l'empêcher de glisser. Les premières cannelures rectangulaires présentent aussi cette disposition, qui est générale à toutes les premières cannelures des différens systèmes de cylindres.

A la hauteur du fond des cannelures du cylindre inférieur existe une plaque de fonte, *fig. 8*, Pl. V, qui présente des découpures en rapport avec les cannelures des cylindres. Cette pièce, appelée *tablier*, est soutenue par des tiges de fer. Elle sert à appuyer la loupe et les barres de fer qu'on veut soumettre à l'action des cylindres, et à retenir les fragmens de fer mal soudés qui tombent pendant l'étirage.

L'un des cylindres, ordinairement l'inférieur, reçoit directement le mouvement du moteur par l'intermédiaire d'un arbre tournant; il le communique au cylindre supérieur par des pignons, ainsi qu'on le voit *fig. 1 et 4*, Pl. V. Ce cylindre inférieur tourne donc en sens contraire du supérieur. Les châssis ou *fermes* de fonte (*housing frames*), dans lesquels nous avons dit que les cylindres étaient maintenus, offrent une grande résistance;

la projection verticale, *fig. 2*, Pl. V, en montre la forme. Leur hauteur est de 5 pieds; leur épaisseur est d'un pied dans le sens perpendiculaire à l'axe des cylindres, et de 10 pouces dans l'autre. Ces fermes sont reliées dans leur partie supérieure par deux tringles en fer, sur lesquelles les ouvriers appuient leurs tenailles pour passer la loupe ou la barre de fer d'un côté des cylindres à l'autre.

Les coussinets se composent chacun de deux pièces : l'une en cuivre jaune, qui présente une échancrure cylindrique, est enchâssée dans l'autre, qui est de fonte. Le coussinet inférieur entre dans une échancrure faite en escalier, *fig. 2*, Pl. V, et il porte en outre une oreille saillante, pour qu'il ne puisse pas remonter. Sur le cylindre supérieur, s'appuie une pièce plate, qui forme le coussinet supérieur; c'est sur cette pièce que present les vis de pression, destinées à limiter à volonté l'écartement des cylindres. Ces vis sont à filets carrés; elles ont 4 pouces de diamètre, y compris le pas de la vis; les filets ont six lignes d'épaisseur.

Des cylindres préparateurs.

§ 53. Lorsque les cylindres ébaucheurs ne présentent que des cannelures elliptiques, la loupe, en en sortant, est portée sous des cylindres appelés *préparateurs*, dont les cannelures sont rectangulaires, de manière à donner à la barre une forme aplatie. Ces cylindres ont encore de grandes dimensions, à-peu-près semblables à celles des premiers. Dans les usines où la loupe est d'abord forgée sous le marteau, on a la coutume de réunir sur un seul corps les cannelures des cylindres ébaucheurs et préparateurs. La barre de fer qui sort de dessous ces cylindres est portée

sous la cisaille, pour y être coupée en petites barres, qui sont ensuite réunies en trousses, pour être soudées plusieurs ensemble.

§ 54. Lorsque la trousse est assez chaude, on la porte sous les cylindres *étireurs* (*rollers*). Leur disposition diffère suivant qu'ils sont destinés à étirer du fer de grand ou de petit échantillon.

Des cylindres étireurs.

Les premiers, *fig. 4*, Pl. V, présentent des cannelures elliptiques et des cannelures rectangulaires; ils ont environ 1 pied de diamètre et 3 pieds de table. La longueur, y compris l'épaisseur des fermes, est de 4 pieds  $\frac{1}{2}$ . Les premières cannelures sont hérissées d'aspérités, comme dans les cylindres ébaucheurs. On ne termine pas la barre de fer sous ces cylindres; on la porte à une autre paire, dont les cannelures ont les dimensions que l'on désire donner à la barre. Les cannelures sont rondes, triangulaires ou rectangulaires, suivant qu'on veut obtenir du fer rond, carré ou méplat. Les cannelures triangulaires, dont on se sert pour le fer carré, ont pour profil un triangle isocèle légèrement obtus, de manière que le vide laissé par les deux cannelures soit une losange peu différente d'un carré, et dont la petite diagonale soit verticale. Lorsque la barre à étirer doit passer consécutivement dans plusieurs cannelures de cette espèce, on fait en sorte que la grande diagonale, ou la diagonale horizontale, du vide de chaque cannelure soit égale à la diagonale verticale du vide de la précédente; ce qui oblige à faire faire un quart de révolution à la barre quand on passe d'une cannelure à une autre, et procure l'avantage de corroyer successivement le fer dans des sens diamétralement opposés. Les cannelures rectangulaires, dont on se sert aussi pour le fer

carré, ont une profondeur un peu moins grande que la moitié de leur largeur, de manière que le vide présenté par les deux cannelures opposées soit un rectangle peu éloigné d'un carré, et dont la plus grande dimension soit horizontale. On fait passer le fer successivement dans des cannelures triangulaires et rectangulaires, pour qu'il soit corroyé dans tous les sens.

Le vide que présentent les cannelures ne doit pas décroître trop rapidement, parce que le fer serait mal étiré et que les cylindres éprouveraient une trop grande résistance; on est dans l'habitude de le faire décroître suivant une proportion, dont le rapport est de 15 à 11.

Quand les cylindres sont destinés à amener le fer à un petit échantillon, ils ont un diamètre qui permet d'en mettre trois dans une même ferme, comme l'indique la *fig. 5*, Pl. V. Le cylindre inférieur et celui du milieu sont employés comme dégrossisseurs, tandis qu'on étire les barres entre le cylindre du milieu et le supérieur.

Lorsqu'on veut étirer du fer présentant une rainure ou gouttière, les cannelures du cylindre ont la forme indiquée *fig. 9*, Pl. V.

Des fenderies.

§ 55. Pour étirer du fer carré d'un très-petit échantillon, comme pour faire des clous, espèce de fer qui est désignée en France sous le nom de *carillon*, on se sert d'un système de petits cylindres, connu sous le nom de *fenderie*. Leurs rainures sont acérées et entrent l'une dans l'autre de 2 pouces  $\frac{1}{2}$ ; la barre de fer qu'on y présente est divisée instantanément en plusieurs tiges. Les cylindres, ainsi que le représente la *fig. 10*, Pl. IV, peuvent être enlevés de dessus l'arbre pour en substituer d'un autre échantillon. Ils y

sont fixés par des tringles de fer *a b*, qui sont ordinairement réunies par une vis et un écrou.

§ 56. Les divers cylindres dont nous avons parlé ont des diamètres différens, suivant l'échantillon du fer qu'on veut fabriquer; dans une des usines que nous avons visitées, les cylindres ont les dimensions suivantes :

Dimensions et poids des différens cylindres.

Pour étirer du fer en barres carrées ou rondes de 8 lignes carrées de coupe et au-dessous, les cylindres ont 8 pouces de diamètre et 3 pieds de table. Les cannelures occupent la moitié de la surface des cylindres. Le poids des deux cylindres est de 360 à 400 kil. avant qu'on les ait tournés.

Pour du fer carré, rond ou méplat, de 8 à 24 lignes carrées de coupe, les cylindres ont 15 pouces de diamètre et 4 pieds  $\frac{1}{2}$  de table. Le poids des cylindres est de 210 à 1,900 kilogram.

Pour les fers au-dessus de 24 lignes, les cylindres ont 6 pieds de long et 18 pouces de diamètre. Ils pèsent 3,300 à 3,700 kilogrammes.

Pour les fenderies, les cylindres ont 1 pied de long et de 13 à 14 pouces de diamètre.

Lorsque le fer a moins de 2 lignes d'épaisseur, il devient fer *feuillard*. Il ne peut plus être étiré avec des cylindres cannelés; on emploie alors des laminoirs.

§ 57. La vitesse des cylindrés que l'on emploie varie avec leurs dimensions. Nous avons vu une usine où les cylindres destinés au fer de 4 à 8 lignes faisaient cent quarante tours par minute, tandis que ceux où l'on étirait du fer de 8 à 36 lignes n'en faisaient que soixante-quinze.

De la vitesse des cylindres.

Dans une autre usine, les cylindres pour le fer de 24 lignes faisaient quatre-vingt-cinq tours par minute, tandis que ceux destinés à l'étirage

du fer de 8 à 16 lignes en faisaient cent vingt-huit, et ceux de 4 à 8 lignes cent cinquante.

Les cylindres dégrossisseurs ont encore une moindre vitesse que ceux destinés au fer de 24 lignes : on calcule qu'elle ne doit être que du tiers de celle des cylindres étireurs.

Machine à  
percer des  
trous.

§ 58. Très-souvent dans les usines à fer, on est obligé de percer des trous uniformes dans des plaques de fer assez épaisses. Nous joignons ici la description de l'instrument dont on se sert pour cet usage, quoiqu'il ne soit utile que pour certains emplois particuliers du fer et non à la fabrication du fer en général, dont nous nous occupons ici : cet instrument est une espèce d'emporte-pièce : il est composé d'une tige coudée AB, *fig. 4* et 5, Pl. IV, qui porte à son extrémité inférieure un cylindre acéré, qui correspond à un trou pratiqué dans un tas en fonte placé en dessous. Un excentrique soulève le levier coudé, et force le cylindre acéré à entrer dans la plaque de tôle qui lui est présentée.

*De l'affinage de la fonte.*

§ 59. La fonte, comme nous l'avons indiqué, subit trois opérations pour être amenée à l'état de fer malléable.

On emploie pour la première, qui donne le *fine-metal* et qui est l'*affinage* proprement dit, les fourneaux *de finerie* que nous avons décrits § 44.

Affinage de  
la fonte.

Pour l'exécuter, on remplit de coke le creuset ; puis on place horizontalement sur le creuset six barres (*pigs*) de fonte à affiner ; savoir, quatre parallèlement aux quatre côtés et deux par-dessus au milieu ; on recouvre le tout d'un amas de coke en dôme ; on met le feu, et au bout d'un quart

d'heure, quand le feu s'est communiqué par-tout, on donne le vent. La fonte coule peu à peu, et se réunit dans le creuset. A mesure que le coke brûle, on en ajoute d'autre. Cette opération marche seule : on ne brasse pas le métal fondu, comme cela se pratique dans quelques affinages, et on tient la température assez haute, de manière que la fonte soit toujours en fusion. Pendant cette opération, on voit continuellement les charbons se soulever, mouvement qui est dû en partie à l'action du vent et en partie à un boursofflement qu'éprouve la fonte en fusion par le dégagement du gaz oxide de carbone. Lorsque toute la fonte est réunie au fond du creuset, ce qui a lieu ordinairement au bout de deux heures ou deux heures et demie, on ouvre la percée, et le *fine-metal* coule avec les scories dans une fosse qu'on a eu soin d'arroser avec de l'eau tenant de l'argile en suspension. Cette eau, en s'évaporant, laisse un léger résidu, qui empêche le *fine-metal* d'adhérer au fond de la fosse. Le *fine-metal* forme une plaque de 10 pieds de long sur 5 de large et de 2 pouces à 2 pouces  $\frac{1}{2}$  d'épaisseur. Une partie des scories forme une petite croûte à la surface du métal ; mais la plus grande partie se réunit dans un bassin pratiqué au bas de la fosse, dans laquelle le *fine-metal* se moule.

On jette une grande quantité d'eau sur le *fine-metal*, dans le but de le rendre cassant, et peut-être de l'oxider en partie : ce métal, refroidi promptement, est très-blanc, et présente en général une cassure fibreuse et rayonnée ; souvent il a un tissu cellulaire présentant une quantité assez considérable de petites cavités sphériques ; mais il ne prend pas cette structure dans

toutes les usines. Nous avons vu une usine, dans le pays de Galles (celle de Plymouth-Works), où le fine-metal était aussi cellulaire qu'une roche amygdaloïde décomposée. Cette texture paraît être constante dans cet établissement. Cependant, l'opération que nous y avons vu exécuter ne nous a pas présenté de différence avec celle qu'on pratique dans les autres usines.

Les scories sont noires, un peu métalloïdes, souvent fibreuses et cristallines, beaucoup moins cependant que celles qui proviennent des opérations postérieures. Ces scories sont produites seulement par celles que contenait la fonte qu'on a soumise à cette opération, et par la scorification des terres qui entrent dans la composition de la houille. Quelquefois, quand la fonte est de mauvaise qualité, on fait une légère addition de calcaire.

Une scorie provenant d'une finerie des environs de Dudley, analysée par M. Berthier, a donné pour résultat :

Silice. . . . .	0,276
Protoxide de fer. . .	0,612
Alumine. . . . .	0,040
Acide phosphorique.	0,072

---

1,000.

On remarquera d'abord que ces scories ont beaucoup d'analogie, par leur composition, avec les scories de forges ordinaires; mais ce qu'elles présentent sur-tout de remarquable, c'est l'existence de l'acide phosphorique en proportion considérable, circonstance qui avait été révoquée en doute par quelques personnes, et notamment par M. Jefstroem de Fahlun. Cette analyse fait

voir combien est utile, sur tout pour le traitement des minerais phosphoreux, comme le sont généralement ceux des houillères, cette opération, dans laquelle la fusion est complète.

La charge varie de 1,250 à 1,500 kilogrammes de fonte.

La perte, dans cette opération, est de 12 à 17 pour 100. Dans le Staffordshire, on estime que 112 livres de fonte donnent 100 de *fine-metal*, et, dans le pays de Galles, on évalue que 117 de fonte donnent 100 de *fine-metal*.

Le *fine-metal* est cassé en fragmens, puis envoyé au fourneau à puddler après que le produit de chaque opération a été pesé.

La quantité de houille consommée dans l'opération du fine-metal est de 200 à 250 kilogrammes pour 1,015 kilogrammes de fonte.

La durée de chaque affinage varie de deux à trois heures; en supposant qu'on soumette à chaque opération 1,500 kilogr., on affinera 10,000 kilogr. de fonte par vingt-quatre heures, quantité un peu plus grande que celle produite par un haut-fourneau; mais comme les fineries ne sont pas en activité le dimanche, et qu'il y a en outre d'autres causes de suspension de travail, il s'ensuit que l'on est dans l'habitude de construire autant de fineries que de hauts-fourneaux.

En passant à l'état de fine-metal, la fonte a perdu une partie de son carbone; celui qui est resté paraît être combiné avec le fer, comme on suppose que cela a lieu dans les fontes blanches. Cette opération, entièrement analogue au *mazage* exécuté dans le Nivernais, paraît donc avoir pour but de changer l'état de combinaison de la fonte, en même temps que de séparer les

substances qui communiquent des défauts au fer.

Quels que soient les soins qu'on apporte dans cette opération, le fer qui en résulte n'est pas aussi bon que lorsque cet affinage a été exécuté au charbon de bois; la différence est telle que dans les usines où l'on fabrique la tôle pour le fer-blanc, on substitue au coke le charbon de bois, ainsi que cela se pratique dans une des usines du pays de Galles. Quelquefois cet affinage au charbon de bois s'exécute comme en France, d'autres fois au contraire on emploie le procédé suivant.

Affinage au bois.

§ 60. La fonte en saumons est placée sur des barres de fer disposées au-dessus d'un feu d'affinerie. Lorsque les saumons sont rouges, on les fait tomber successivement dans le feu d'affinerie, pour les fondre avec lenteur. La fonte, en s'affinant par la fusion, reprend bientôt de la cohérence; on en enlève alors des lopins, que l'on porte sous le marteau, et que l'on aplatit sous la forme de gâteaux minces. La tuyère est fortement inclinée vers le fond du creuset: on se sert de charbon de bois taillis.

L'affinage des gâteaux s'achève de deux manières, soit dans des foyers de chaufferie, soit, plus généralement, dans des fours à réverbère ordinaires, chauffés par de la houille.

Puddledage du fine-metal.

§ 61. Le fine-metal obtenu dans l'affinage précédent pourrait être comparé à la fonte blanche qu'on obtient directement de certains hauts-fourneaux: il en a les caractères extérieurs, et l'on peut dire qu'il présente les mêmes propriétés. Comme elle, il est fusible assez facilement, il est cassant, et tend à cristalliser par le refroidissement. On conçoit donc qu'il doit être soumis à un nou-

vel affinage pour acquérir les propriétés du fer malléable. Cet affinage, que les Anglais désignent sous le nom de *puddillage*, s'exécute dans les fourneaux à réverbère, que nous avons décrits § 45. Il n'est pas subdivisé en plusieurs opérations, comme l'affinage pratiqué dans quelques forges au bois; c'est une opération continue, qui exige de la part des ouvriers beaucoup de soins et d'expérience.

Voici de quelle manière on conduit le travail. Nettoisement  
du fourneau. Lorsqu'un affinage est terminé, on nettoie le fourneau pour le préparer à recevoir une nouvelle charge. Pour cela, on élève sa température en ouvrant le registre, et on détache alors, au moyen d'un ringard, les scories et les petits morceaux de fer qui sont restés attachés sur la sole. Si la sole est en sable, on la répare en mettant un peu de sable neuf dans les creux qu'elle peut présenter; si elle est formée de scories, celles-ci se ramollissant par le coup de feu que l'on donne au commencement de l'opération, il est alors facile de l'égaliser.

Le fine-metal, après avoir été pesé, est chargé sur la sole du fourneau à puddler, dont nous avons donné la description ci-dessus.

Pour charger le fourneau, on y introduit successivement les morceaux de fine-metal avec une Chargement  
du fourneau. spadelle, et on les pose sur les côtés de la sole du fourneau, les uns sur les autres, de manière à former des piles qui montent jusqu'à la voûte. On laisse le milieu libre, pour pouvoir brasser la matière, qui se fond successivement. On ménage le plus de vide possible entre ces piles de fonte, afin que l'air chaud puisse circuler librement autour d'elles; on ferme alors la porte du travail, on met



de la houille sur la grille, et on bouche avec ce combustible l'entrée de la chauffe et l'ouverture latérale de la grille; enfin, on ouvre le registre en entier.

Conduite de  
l'opération.

Le fine-metal s'échauffe, et au bout de vingt minutes environ il est parvenu à la chaleur rouge blanc. Les fragmens aigus du fine-metal commencent alors à éprouver la fusion, et il tombe des gouttelettes de métal sur la sole du fourneau; lorsque les choses sont dans cet état, l'ouvrier débouche la petite ouverture de la porte du fourneau, et détache avec un ringard les morceaux de fine-metal qui commencent à se fondre; puis il tâche d'exposer de nouvelles surfaces à l'action de la chaleur, et pour que le métal ne s'agglomère pas à mesure qu'il se ramollit, il doit l'écartier du pont de la chauffe. Quand tout le fine-metal est ainsi réduit à un état pâteux, il faut abaisser la température du fourneau, pour empêcher que la fluidité du métal n'augmente. L'ouvrier ferme alors le registre, enlève une partie du feu et des barres de fer qui forment la grille de la chauffe; il jette, en outre, souvent un peu d'eau sur le métal désagrégé; cette eau ne nous paraît pas avoir seulement pour but d'abaisser la température du fourneau, elle exerce aussi une action chimique sur la fonte, qu'elle oxide en partie: cette addition d'eau n'est pas générale, et si elle a l'avantage d'aider à la décarbonisation du fer, elle occasionne aussi une perte en fer, qui passe à l'état d'oxide dans les scories.

La température du fourneau est alors arrivée à son point le plus bas. L'ouvrier remue continuellement avec sa spadelle le métal désagrégé, qui se boursoufle et laisse dégager une quantité consi-

dérable d'oxide de carbone, qui brûle avec une flamme bleue, de façon que le bain paraît enflammé. Le métal s'affine peu à peu, et devient moins fusible; il commence, suivant l'expression des ouvriers, à se SÉCHER (*to dry*). Le dégagement d'oxide de carbone diminue; enfin, il cesse entièrement. Les ouvriers continuent toujours à brasser le métal jusqu'à ce que toute la charge soit réduite à l'état de sable sans cohésion: alors, on replace les barres du foyer, on rétablit le feu, et on ouvre le registre peu à peu. La chaleur augmente graduellement, les grains de fer deviennent d'un rouge blanc; leur température est alors assez élevée pour qu'ils commencent à s'agglutiner; la charge devient plus difficile à soulever, ce que les ouvriers désignent par l'expression *work heavy*. A ce moment de l'opération, dans quelques usines du pays de Galles, nous avons vu les ouvriers ajouter une petite quantité de chaux, ils nous ont dit que c'était pour empêcher le métal de couler. Dans le Staffordshire, on ne fait aucune addition. L'affinage est alors terminé, il ne reste plus qu'à réunir le fer et à en former des balles ou loupes. Pour cela, le fondeur, avec sa spadelle, prend un noyau de métal, il le fait rouler sur la surface du fourneau, de manière à ramasser d'autre métal, et à former une *balle* ou loupe du poids de 60 à 70 livres. Avec une espèce de ringard, appelé en anglais *dolly*, et qu'il a fait chauffer auparavant, l'ouvrier place cette balle de fer sur le côté du fourneau qui est le plus exposé à l'action de la chaleur, afin que les différentes parties puissent se réunir, et il les comprime pour faire sortir les scories.

Quand toutes les balles sont faites, ce qui dure

à-peu-près vingt minutes, on ferme avec une brique la petite ouverture de la porte du travail pour les amener à une haute température et faciliter le soudage; quand on juge qu'elles ont acquis la température convenable, on soulève la porte, et on prend successivement chaque balle, soit avec une tenaille, si la compression a lieu au moyen de cylindres, comme dans le pays de Galles, soit en la soudant à une barre de fer chauffée au rouge, si on se sert du marteau, comme dans le Staffordshire.

En résumé, l'opération dure en tout deux heures à deux heures  $\frac{1}{2}$ ; au bout d'un quart d'heure, le fine-metal fond vers ses extrémités, et on commence à le brasser, pour opérer sa division; au bout d'une heure à une heure  $\frac{1}{2}$ , le fine-metal est entièrement réduit en sable; on le maintient à cet état pendant une demi-heure, en remuant toujours; l'opération de faire les balles exige à-peu-près le même temps.

On charge, à chaque opération, 170 à 200 kilogrammes; quelquefois on y ajoute des bouts de barres; ces bouts de barres sont puddlés à part; la perte en fer varie beaucoup dans cette opération, suivant le degré d'habileté de l'ouvrier, le défaut de soins pouvant laisser une assez grande quantité de fer passer avec les scories, ou s'infiltrer dans la sole, dont elle élève alors le niveau. Dans un bon travail, elle est de 8 à 10 pour 100.

La consommation en houille est aussi très-variable, suivant sa qualité et sa grosseur, et suivant la manière de travailler de l'ouvrier: elle est évaluée en général, dans le pays de Galles, à 1,000 kilogrammes pour 1,000 de fine-metal ou

917 de fer brut; ce qui fait un peu moins de dix parties de houille pour neuf de fer.

Quelquefois on divise l'opération en deux parties; on chauffe le fine-metal à l'extrémité du fourneau en même temps qu'on puddle près de la chauffe; quelquefois, les fourneaux dont on se sert dans ce cas sont seulement plus longs que les fourneaux ordinaires; d'autres fois, ils ont une forme particulière, comme on l'a indiqué § 145. Ce procédé, peu usité en Angleterre, est au contraire pratiqué dans plusieurs établissemens français: ainsi que nous l'avons dit, la consommation en charbon est diminuée d'environ 40 kilogrammes à chaque opération, et l'on peut faire cinq charges au lieu de quatre dans le même temps. La conduite du feu, qui est très-importante pour la réussite d'une opération, ne doit être confiée qu'à un ouvrier expérimenté; il le règle, soit en augmentant la quantité de charbon, et nettoyant la grille, soit en ouvrant plus ou moins le registre.

Dans l'opération du puddlage, il se forme des scories, qui, suivant la disposition du fourneau, coulent continuellement par le trou du floss, ou s'accumulent avec les balles. Lorsqu'elles coulent continuellement, on a soin de mettre du feu sous le trou du floss, pour empêcher les scories de se figer: on est, en outre, obligé, de temps en temps, de nettoyer ce trou avec un ringard.

Lorsque l'écoulement des scories n'est pas continu, elles restent dans le fourneau; une partie, mélangée avec le fer, tombe au pied des cylindres quand on comprime la loupe, et l'autre partie adhère à la sole du fourneau, d'où on les arrache avec un ringard quand l'opération est ter-

minée. Les scories de cette opération, qui sont toujours en très-petite quantité, proviennent de celles qui restaient dans le fine-metal, et du sable qui forme la sole du fourneau. La quantité de fer dont elles se chargent est considérable, et on est parvenu à diminuer cette perte en substituant au sable des scories pilées. Toutefois, cette substitution, qui diminue la perte de fer, ne doit pas être toujours favorable à sa qualité; car l'analyse des scories du puddlage a donné, dans quelques cas, de l'acide phosphorique, qui n'aurait pu être enlevé au fine-metal si une certaine proportion de fer n'avait pas été entraînée à l'état d'oxide: d'où il suit que la formation de ces scories, en enlevant le phosphore au fer, en avait amélioré la qualité.

Ces scories sont noires, très-pesantes, souvent cristallines; on y observe quelquefois des cristaux dont la forme se rapporte à celle du pyroxène: plusieurs analyses, que M. Berthier en a faites, lui ont appris que leur richesse était très-variable, quoique toujours considérable, ce qui est dû au plus ou moins de temps qu'elles restent en contact avec le métal; cependant elles sont en général moins riches que les scories de forges au charbon de bois.

Une scorie de l'usine de Dowlais, dans le pays de Galles, a donné le résultat suivant:

Silice . . . . .	0,468
Protoxide de fer . . . . .	0,610
Alumine . . . . .	0,015
	<hr/>
	0,993.

Dans une autre usine des environs de Dudley, on a trouvé:

Silice . . . . .	0,402
Protoxide de fer . . . . .	0,564
Alumine . . . . .	0,023
Acide phosphorique . . . . .	0,005
	<hr/>
	0,994.

D'après la charge d'un fourneau, qui est en général de 200 kilogrammes, et la durée de chaque opération, qui est de deux heures et demie, on voit qu'il faut à-peu-près cinq fourneaux à puddler pour desservir un haut-fourneau et une finerie.

Malgré tout le soin des ouvriers, il s'accumule, sur la sole, des scories et des carcasses de fer. Quelquefois, au bout de la semaine, cette accumulation est telle que la sole s'est élevée de 5 à 6 pouces. On est dans l'habitude d'enlever, tous les samedis, l'ancienne sole, opération qui peut se faire de deux manières, soit en fondant le tout, et en le faisant passer par le trou du floss, soit en l'arrachant avec un ringard, que l'on emploie comme levier. La première méthode, suivie ordinairement par les bons ouvriers, qui sont bien maîtres de leur fourneau, paraît être en elle-même préférable à la seconde, qui peut endommager ses parois, et qui exige plus de temps et de travail. Lorsque la sole est en scories, il faut qu'elles aient été ramollies et réagglutinées avant de commencer le travail; sans cela, la fonte, à mesure qu'elle fondrait, coulerait à travers les scories, et occasionnerait une perte. Il faut au moins huit heures pour cette préparation de la sole, et même, en général, on ne doit pas travailler avant douze heures, de façon que si l'opération du puddlage doit commencer à six heures du matin, il faut chauffer la sole à partir de six heures du soir.

Cinglage des balles ou loupes. § 62. Nous avons dit ci-dessus que quand le fer a acquis la température convenable, un ouvrier le prend soit avec une tenaille qu'il a eu soin de faire chauffer, soit avec une barre de fer qu'il y soude, et le porte sous le marteau ou sous les cylindres.

L'une et l'autre de ces deux méthodes sont également employées en Angleterre. Dans presque toutes les usines du Staffordshire, la loupe est forgée en pièce avant d'être portée au cylindre. Cette méthode est généralement préférée dans les établissemens dont la fabrication n'excède pas 100 tonnes par semaine. On croit que le fer fabriqué de cette manière est de meilleure qualité.

Dans les grands établissemens, par exemple ceux du pays de Galles, dont chacun verse moyennement dans le commerce 200 à 350 tonnes de fer par semaine, presque tout le fer est forgé au cylindre. La grandeur de la fabrication a pu contribuer à faire adopter cette méthode; mais il est probable qu'on y a été déterminé par la qualité des minerais et du charbon: car on remarque que des usines voisines suivent le même procédé, et que des différences existent d'un comté à l'autre. Dans les usines où l'on a introduit ce travail en France, on a toujours préféré le cinglage au marteau au cinglage au cylindre.

1°. Cinglage au marteau.

Pour exécuter le cinglage au marteau, on place d'abord la loupe sous la partie antérieure de la panne, qui laisse plus d'intervalle entre elle et l'enclume que les autres parties. On tourne la pièce dans tous les sens, de manière à lui donner la forme rectangulaire. Quand on veut l'allonger, on la place sous la partie de la panne du marteau qui est parallèle à l'axe; on la met

au contraire sous l'autre partie quand on veut rendre ses faces plates; ce que fait concevoir facilement l'inspection des *fig. 1* et *3*, Pl. IV. On l'expose ainsi au choc du marteau jusqu'à ce qu'elle ne diminue pas de volume. Les deux extrémités de la loupe, qui prend alors le nom de *pièce*, n'étant pas forgées, on courbe la barre de fer à laquelle la loupe est soudée et on place la pièce verticalement. Pendant ce cinglage, les scories jaillissent à une grande distance et il se forme en outre des battitures, qu'on recueille pour les jeter dans le haut-fourneau ou les mêler avec la fonte à affiner.

Pendant cette opération, le fer s'est trop refroidi pour qu'on puisse l'étirer immédiatement au cylindre; on est obligé de le chauffer de nouveau sur la sole d'un fourneau à réverbère avant de le soumettre à cette seconde compression. Ce nouveau chauffage s'exécute ordinairement, dans les fourneaux de puddlage, au commencement d'une opération. On porte ces pièces ainsi chauffées sous des cylindres, qui ont généralement 30 pouces anglais de longueur et 14 de diamètre. Ils présentent des cannelures de dimensions variables et proportionnées aux différentes pièces. On fait passer la pièce sous la première cannelure en la plaçant sur le tablier et en la pressant un peu. Un ouvrier la reçoit de l'autre côté, et la repasse par-dessus les cylindres au premier ouvrier, qui l'introduit de nouveau dans une autre cannelure plus étroite. La pièce s'allonge donc ainsi successivement, en prenant une forme plus régulière. Bientôt elle est étirée en barres plus ou moins longues, qui ont 4 pouces de largeur et  $\frac{1}{2}$  pouce d'épaisseur.

câbles en fer, on le soumet à un second soudage. Lorsqu'on fait des verges pour les clous, ou du fer *carillon*, au lieu de réduire le fer en barres minces en le faisant passer dans des cannelures très-étroites, on le présente aux *fenderies*, qui découpent la barre en plusieurs verges.

Quoiqu'on ne fasse jamais d'addition de matières terreuses dans cette opération, il se forme une quantité de scories assez considérable, due à l'oxide de fer qui est dissous par le sable de la sole. Les scories coulent pas le trou du floss, ou sont arrachées de la sole après l'opération; il en tombe aussi près des cylindres. Elles sont ordinairement lamelleuses et d'un gris d'acier. Dans leurs cavités, elles présentent fréquemment des cristaux dont les formes sont analogues à celles du pyroxène. Des scories de chaufferie de l'usine de Dowlais, pays de Galles, ont donné à l'analyse :

Silice.. . . . .	0,424
Protoxide de fer.. . . .	0,520
Alumine.. . . . .	0,033

0,977.

Dans la plupart des établissemens anglais, ces scories, qui sont fort riches, sont reportées aux hauts-fourneaux et fondues avec le minéral. On s'en sert également, ainsi que nous avons eu occasion de le dire, pour recouvrir la sole des fourneaux à réverbère.

Dans les fours à réchauffer, le déchet est de 8 à 10 pour 100 pour le gros fer, et de 10 à 12 pour les petits échantillons. Quant à la consommation en combustible, on peut dire que 1000 kilogrammes de fer dépensent 60 kilogr. de houille.

L'affinage au fourneau à réverbère exige trois ouvriers, deux habitués au travail du puddlage et un manœuvre; celui-ci charge le fine-metal, entretient le feu et lève la porte quand les puddleurs prennent les balles. Il faut en outre deux forgerons pour étirer la loupe. Il est au reste assez difficile d'indiquer exactement le nombre d'ouvriers occupés aux cylindres et au marteau, attendu qu'ils sont payés à la tonne (20 à 22 sh., ou 25 fr. 15 c. à 27 fr. 66 c.), et que les puddleurs aident ceux qui étirent le fer.

Nombre  
d'ouvriers  
de l'affinage.

§ 64. Nous allons indiquer les consommations et les dépenses de l'affinage dans le Staffordshire, le Shropshire et dans le pays de Galles.

Consomma-  
tion et dé-  
pense de  
l'affinage.

1°. Relativement au Staffordshire, nous extrairons encore de la note de M. Achille de Jouffroy les données suivantes. Nous avons déjà dit, § 33, que 1452 quintaux de fonte brute ont coûté 18,387 fr. Ces 1452 quintaux de fonte ont donné, à la finerie, 1270<sup>q</sup>,50.

Ils ont dépensé :

Gueuse, 1452 q. m. à 12 fr. 66 c. . . . . (1)	18,387	fr.	»	c.
Houille, 1270 <sup>q</sup> ,50, à 0,95 le quint. . . . .	1,206	97		
Main-d'œuvre. . . . .	91	76		

20,508 fr. 73 c.

Aux fourneaux de puddlage et aux chaufferies,

(1) Au § 33, dans la note page 449, nous avons porté à tort le prix du quint. mét. de la fonte dans le Staffordshire à 12 fr. 85. Il s'est glissé une erreur dans le calcul fait pour déduire les consommations par quintal de celles données plus haut pour 1452 quint. mét.; la quantité de minéral et de houille est de 379 kilog. au lieu de 585, et la dépense totale est d'environ 12,66, comme on l'a portée ci-dessus.

les 1270<sup>q</sup>,50 de fer brut ou fine-metal ont donné 1100 (1) quintaux de fer en barres.

Les dépenses ont été :

Gueuse affinée, 1270 <sup>q</sup> ,50, à env. 16 f. 14 c.	20,508 fr. 73 c.
Houille, 1650 q., à 0,95 le quint. mét...	1,567 50
Main-d'œuvre.....	2,156 »
	<hr/>
	24,232 fr. 23 c.

On conclut de ce résultat que chaque quintal métrique de fer en barres revient, dans le comté de Stafford, à 22 fr.; les frais se trouvent représentés ainsi qu'il suit :

Minérai de fer.....	9 fr. 50 c.
Castine.....	1 35
Houille pour la fusion..	4,75
— pour les fineries....	1,10
— pour les fourneaux à réverbère.....	1,42
	<hr/>
Main-d'œuvre.....	3 90
	<hr/>
	22 fr. 02

2°. Pour le Shropshire, nous trouvons, dans le mémoire de M. Aikin, déjà cité § 33, les résultats suivans :

32,73 fonte + 20,64 houille (10,23 coke) = 27,28 de fine-metal;

27,28 fine-metal + 29,68 de houille = 25,73 de fer puddlé;

23,73 fer puddlé + 22 de houille = 20 de fer affiné = 1 tonne.

(1) Nous avons conservé les nombres de M. Achille de Jouffroy, qui a sans doute pris pour point de départ 11 quintaux métriques, pensant qu'ils équivalaient à une tonne; mais cette mesure anglaise = 1014,94.

En réduisant ces nombres à 100 kilogrammes de fer en barres, pour que les résultats soient comparables avec les autres, nous trouverons que

163<sup>k</sup>,69 de fonte consomment 123,84 de houille, et donnent 136,43 de fine-metal;

136,43 de fine-metal consomment 148,25 de houille, et donnent 118,65 de fer puddlé;

118<sup>k</sup>,65 de fer puddlé consomment 110 de houille, et donnent 100 kilogr. de fer en barres.

3°. Dans le pays de Galles, d'après les données que nous avons indiquées, nous trouvons les résultats suivans :

1000 kilogrammes de fonte donnent 864 kilogrammes de fine-metal, et dépensent 227 kilogrammes de houille;

1000 kilogrammes de fine-metal donnent 880 de fer brut, et dépensent 1050 kilogrammes de houille;

1000 kilogrammes de fer brut donnent 900 kilogrammes de fer en barres, et consomment 500 kilogrammes de houille.

Si maintenant, pour mieux comparer ces consommations et dépenses dans le pays de Galles avec celles du Staffordshire données plus haut, on les calcule pour 1 quintal métrique, ou plutôt d'abord pour 1000 kil., on obtient les résultats suivans :

*Réduction de la fonte en fine-metal.*

Fonte, 1461 kil., à 9 fr. 91 c. le q. mét., § 40	144 fr. 63 c.
Houille, 295 kil., à 6 fr. 25 c. le q. m.....	1 67
Main-d'œuvre, à 0 fr. 66 c. par q. m., produit.....	8 33

PRODUIT, 1262 kil. de fine-metal, coûte. 154 fr. 43 c.

*Réduction du fine-metal en fer en barres.*

Fine-metal, 1262 kilogr. . . . .	154 fr. 42 c.
Houille pour le puddlage. 1262 kil. } Houille pour réchauffer . . 555 kil. }	à 6f., 25. 10 52
Main-d'œuvre, à 2 fr. 04 c. par q. m., produit	20 40
Intérêt de la mise de fonds, redevances. . . .	15 »

PRODUIT, 1000 kil. de fer en barres. 200 fr. 15 c.

Ainsi le quintal métrique de fer en barres ne revient qu'à environ 20 fr. dans le pays de Galles, tandis qu'il coûte 22 francs dans le Staffordshire.

Si on veut calculer la consommation totale en combustible pour 1000 kilogrammes de fer en barres, on trouve le résultat suivant :

Pour obtenir les 1461 kilogr. de fonte. . . .	5844 kil.
Pour réduire la fonte en fine-metal . . . . .	295
Pour convertir le fine-metal en fer en barres. .	1817

TOTAL de la houille consommée. 7956 kil.

Ce nombre approche beaucoup de la vérité; car on estime généralement dans le pays de Galles la consommation en houille égale à huit fois le produit du fer en barres.

*Comparaison entre le travail de la fonte et du fer au charbon de bois et celui à la houille, suivie d'un aperçu sur les dépenses de l'établissement d'une usine à l'anglaise en France.*

§ 65. Le but que nous nous proposons dans la comparaison suivante n'est pas d'indiquer quelle est la méthode préférable à adopter lorsqu'on veut élever un établissement; on sait

que rarement on a ce choix à faire, l'abondance du charbon de bois ou de la houille ayant résolu d'avance cette question; nous désirons seulement établir, par des données exactes, la grande infériorité des prix de la fabrication de la fonte et du fer à la houille, comparés à ceux des mêmes fabrications au charbon de bois. Nous nous attacherons sur-tout à faire ressortir la différence extrême qui existe entre les rapports du prix de la fonte à celui du fer, dans le travail à la houille et dans le travail au charbon de bois. Pour cela, nous récapitulerons les dépenses de fabrication tant dans le pays de Galles que dans le Staffordshire, et nous indiquerons ces dépenses dans trois des départemens français qui produisent le plus de fer.

Pour le Staffordshire et le pays de Galles, nous trouvons les résultats suivans, en prenant pour le premier de ces comtés la moyenne des évaluations données ci-dessus (§ 33).

## 1°. Pour un quintal métrique de fonte :

	Staffordshire (§ 33).		Pays de Galles (§ 41).		
Minéral.....	385 kil.	6 34	300 kil.	3 fr. 69	Prix de fabrication de la fonte en Angleterre.
Houille.....	390	2 87	420	2 60	
Castine.....	170	1 04	100	» 55	
Main-d'œuvre. Intérêts....		2 40		2 07	
Redevances.....				1 »	
	»	12 fr. 65	»	9 fr. 91	

2<sup>o</sup>. Pour un quintal métrique de fer

		Staffordshire (§ 64).		Pays de Galles (§ 63).	
Prix de fabrication du fer en Angleterre.	Minéral.....	9 fr. 50			
	Castine.....	1 35			
	Houille pour le haut-fourneau.....	4 75	181 kil.	15	44
	Houille pour l'affinage.....	2 52		1	03
	Main-d'œuvre.....			2	04
	Intérêt de la mise de fonds.....	3 90		1	50
		22 fr. 02		20 fr. 01	

En France, les prix de fabrication de la fonte et du fer présentent des différences extraordinaires, suivant les localités: pour établir le prix moyen, nous allons indiquer dans les tableaux suivants leurs limites extrêmes.

1<sup>o</sup>. Pour un quintal métrique de fonte:

		Hte. Saône.		Dordogne.		Côte-d'Or.	
		kilog.	valeur.	kilog.	valeur.	kilog.	valeur.
Prix de fabrication de la fonte en France.	Minéral.....	330	6 fr. 77	300	4 fr. 80	275	2 fr. 30
	Charbon de bois.....	150	14 05	170	9 18	168	10 73
	Castine.....	65	0 13	100	0 60	»	»
	Main-d'œuvre.....	»	0 40	»	1 10	»	1 00
	Frais de régie.....	»	0 60	»	0 50	»	0 50
	Entret. de l'usine.....	»	0 66	»	0 55	»	»
	Intérêts de la mise de fonds et du fonds de roulement.....	»	2 44	»	2 40	»	2 00
			25 fr. 05		19 fr. 13		16 fr. 53

2<sup>o</sup>. Pour un quintal métrique de fer forgé:

Prix de fabrication du fer forgé en France.	Fonte.....	151	37 fr. 82	140	26 fr. 67	136	22 fr. 48
	Charbon.....	175	16 44	173	9 45	150	11 48
	Main-d'œuvre.....	»	2 00	»	2 10	»	»
	Frais de régie.....	»	0 90	»	0 50	»	»
	Entret. de l'usine.....	»	»	»	»	»	4 50
	Intérêts, etc.....	»	4 65	»	2 50	»	»
		61 fr. 81		41 fr. 22		38 fr. 46	

Nous avons extrait d'un mémoire (1) publié par M. Héron de Villefosse l'exemple relatif à la Haute-Saône.

Les prix de fabrication de la fonte et du fer dans la Dordogne sont le résultat des tableaux des usines à fer de ce département, rédigés par M. Furgaud, ingénieur en chef des mines; quant à ces mêmes prix dans le département de la Côte-d'Or, nous les avons recueillis nous-même.

Nous pourrions multiplier beaucoup les exemples; mais ceux-ci sont à-peu-près les extrêmes, ainsi que nous le voyons dans le travail de M. de Villefosse, page 373, où il dit que « le » prix des fers fabriqués au charbon de bois variait en 1824 entre 42 et 62 francs, suivant les » qualités de ces fers et les lieux de production. » Nous prendrons donc la moyenne des trois exemples ci-dessus comme étant le prix de fabrication en France, en observant toutefois que nous la trouvons trop élevée, parce qu'il existe un plus grand nombre d'usines dans lesquelles le fer revient à 40 francs que de celles où il en coûte 60.

Le quintal métrique de fonte peut donc être regardé comme coûtant 20<sup>f</sup>. 23, et le quintal métrique de fer comme revenant à 47<sup>f</sup>. 16.

§ 66. La comparaison entre le travail de la fonte et du fer en Angleterre et en France nous montre d'abord qu'il existe une énorme différence dans leurs prix de fabrication.

Pour la fonte, cette différence provient de deux causes. La première tient à la nature des localités;

Comparaison des prix de fabrication de la fonte en France et en Angleterre.

(1) *Mémoire sur l'état actuel des usines à fer de la France*; par M. Héron de Villefosse, *Annales des Mines*, tome XLII, page 339.



en Angleterre, la houille est en général à un prix très-bas sur les mines, et comme, en outre, le minéral se trouve réuni au combustible sur le même point, ce qui évite des transports dispendieux, il en résulte que les usines de cette contrée se procurent ces matières à des prix très-inférieurs à ceux qu'elles ont dans les usines de France. Cet avantage donnera probablement toujours aux Anglais la facilité de livrer leurs fers à un prix moins élevé que les nôtres. Si l'on admet qu'il serait imprudent pour un État de ne pas soutenir cette branche d'industrie, il sera peut-être difficile de ne pas voir ici un de ces exemples rares où les lois de douanes peuvent être réellement de quelque utilité.

La seconde cause est encore due à l'emploi de la houille, par les grands avantages qu'il procure dans la fabrication. Ce combustible, brûlant avec beaucoup moins de rapidité que le charbon de bois, permet de donner aux fourneaux une plus grande capacité, et par suite de fabriquer plus de produits dans le même temps et avec le même nombre d'ouvriers, d'où il résulte une économie dans le prix de la main-d'œuvre et dans les frais généraux. L'emploi de ce combustible présente en outre, relativement à la qualité de la fonte, deux avantages inappréciables: le premier est de donner naturellement une fonte noire, douce, et propre au moulage, ce qui paraît tenir en partie à la lenteur de l'opération; le second est de développer une chaleur plus considérable que le charbon de bois, et de permettre par suite de charger les laitiers d'une grande quantité de chaux, addition qui enlève le soufre, fait dégager une partie du phosphore que contiennent les minerais et le char-

bon, et, par suite, améliore la qualité de la fonte. A la vérité, la fusion au charbon de bois donne une fonte plus propre au travail du fer forgé, et exige un capital beaucoup moins grand pour la construction et le roulement d'une usine.

Dans quelques usines, notamment dans celle de M. le duc de Raguse, à Châtillon-sur-Seine et dans celle de Fourchambault, on emploie un procédé mixte, qui consiste à mélanger le charbon de bois avec une certaine quantité de coke; et ce mélange, favorable à la qualité de la fonte, donne un bon résultat sous le rapport de l'économie.

§ 67. Relativement au fer forgé, on voit qu'en France le prix de sa fabrication est presque triple de celui de la fabrication de la fonte; tandis qu'en Angleterre il n'est pas même double. La valeur du combustible entre sans doute pour quelque chose dans cette différence; mais la cause principale est l'emploi des fourneaux à réverbère et des cylindres, qui, dans le même temps et avec le même nombre d'ouvriers, produisent une beaucoup plus grande quantité de fer que ne peuvent le faire nos forges.

La conséquence immédiate de cette comparaison est qu'il est à propos d'introduire d'abord de préférence l'emploi de la houille et des méthodes anglaises dans l'affinage du fer, et de réserver par ce moyen le charbon de bois pour produire de la fonte. Cette conséquence est en rapport avec les facilités que présente le transport de la fonte, facilités qui permettent d'établir des forges à l'anglaise assez loin des hauts-fourneaux; tandis que ceux-ci doivent toujours être placés à la proximité des forêts et des mines, le transport du charbon et du minéral étant très-onéreux.

T. II, 5<sup>e</sup>. livr. 1827.

Comparaison des prix de fabrication du fer en France et en Angleterre.

Conséquence de cette comparaison.

Modifica-  
tions à ap-  
porter à l'af-  
finage à  
l'anglaise.

§ 68. Il est d'autant plus facile d'adopter ce procédé en France, que notre fonte, généralement plus propre au travail du fer que la fonte anglaise, ne nécessiterait pas, la plupart du temps, l'opération intermédiaire de la conversion en *fine-metal*, opération qu'il est indispensable d'appliquer aux fontes noires. Lors même que les fontes sont grises, et de nature à exiger un affinage préparatoire, afin de ne pas mettre en contact avec de la houille des fontes fabriquées au charbon de bois, ce qui pourrait en détériorer la qualité, on peut presque toujours remplacer cet affinage, soit par le mazage, qui consiste à couler la fonte en plaques minces, sur lesquelles on jette de l'eau, soit par une fusion qu'on exécute dans un fourneau à réverbère, dont la sole est très-inclinée, comme il paraît que cela est pratiqué dans l'usine de M. de Wendel. On expose la fonte, refondue par cette dernière méthode, à l'action de l'air, afin de la blanchir, et on la coule ensuite en plaques minces, que l'on soumet au fourneau à puddler, comme le *fine-metal*. Enfin, on peut aussi, comme cela se pratique dans quelques usines, affiner dans le haut-fourneau, en dirigeant le vent sur le creuset quelques momens avant de faire la coulée; mais il paraît que jusqu'à présent ce dernier procédé n'a pas conduit à des résultats satisfaisans.

Dans les lieux où le bois est à très-bas prix, il serait peut-être possible de s'en servir pour chauffer les fourneaux à réverbère. Des expériences ont déjà été faites dans l'établissement de M. le duc de Raguse, à Châtillon-sur-Seine, et ces expériences ont prouvé la possibilité de cet emploi. La grande difficulté que présente cette substitution, est qu'il faut avoir du bois coupé depuis au moins deux ans, afin qu'il soit assez sec pour donner la

température convenable; ce qui nécessite un emploi énorme de capitaux. Lorsqu'on se sert de bois de l'année, comme on le faisait à Châtillon, il faut, pour l'employer avec avantage, le sécher dans des étuves, et, dans ce cas, il est difficile d'en sécher journellement assez pour la consommation d'une forge un peu considérable. Il paraît que c'est la principale raison qui a fait abandonner ces expériences, et qui a engagé à se servir de la houille de Saint-Étienne. Pour faire sécher le bois, on avait disposé horizontalement les conduits des cheminées de fours à réverbère, et on le plaçait dessus, comme cela se pratique dans plusieurs établissemens.

Le travail aux fourneaux à réverbère ne serait pas très-avantageux si l'on avait des usines d'une petite dimension, parce que les frais que nécessitent ces établissemens ne seraient pas en rapport avec les produits. En effet, un inconvénient que présentent les usines de ce genre est d'exiger un capital considérable; inconvénient sur tout très-sensible en France, où l'esprit d'association n'est pas encore parvenu au degré nécessaire pour que notre industrie prenne toute l'extension que nous devons espérer. Un second inconvénient est la difficulté de ce genre d'affinage, qui demande des ouvriers très-exercés. Nous allons entrer dans quelques détails sur les dépenses de construction et de roulement de ces usines, ainsi que sur le prix que demandent habituellement les ouvriers anglais.

§ 69. Supposons un établissement composé de trois hauts-fourneaux.

Pour l'érection des trois hauts-fourneaux, d'après ce que nous avons pu recueillir sur les dépenses de plusieurs établissemens, on peut regarder le devis suivant comme assez approximatif.

Évaluation  
approxima-  
tive des dé-  
penses de l'é-  
rection de  
trois hauts-  
fourneaux  
au coke.

	fr.	
Maçonnerie	Fondations.....	12,000
	Massif en pierres de taille.....	15,000
	Ouvrages en briques communes.....	50,000
	Chemise intérieure, creuset, etc., en briques réfractaires, composées d'un mélange d'argile du pays et d'argile réfractaire, telles que celles de forgés, d'abondant, etc.....	28,000
	Mortier réfractaire.....	2,000
	Chaux et sable.....	20,000
		fr.

Pièces en fonte.

Les objets en fonte sont très-nombreux. Les principaux sont des plaques du fond, des plaques pour les embrasures, pour les tympes, des maratres pour soutenir les embrasures, des tuyères, des rondelles, etc. On peut évaluer en poids tous ces objets à 24,000 kil. pour chaque haut-fourneau, ou 72,000 pour les trois. On aura donc 720 q. m., à 40 fr. .... 28,000 28,000

Pièces en fer.

On sait aussi que les hts.-fourneaux sont armés en fer pour remédier aux effets de la chaleur, etc. Les cercles, clavettes, etc., employés dans un haut-fourneau peuvent être estimés à 5,000 kil. Ce qui fera 150 q. m. pour les trois, à 50 fr. le quintal mét. . . 7,500 7,500

A reporter. . . 142,500

	fr.		
	Report.....	142,500	
Dép. diverses. Maint. d'œuvre.	Main-d'œuvre des maçons....	12,000	
	Manceuvres.....	15,000	
	Échafaudage.....	1,200	
	Outils.....	4,000	
	Halle devant le fourneau....	12,000	
	Terrassemens, achat de terrain, etc.....	60,000	
			104,200
	TOTAL pour l'érection des fourneaux..		246,700

Dép. éventuelles.

Machine soufflante, mise en place (1).....	160,000	160,000
Mécanisme pour monter les charges.....	3,000	
Place de chargement.....	4,000	29,000
Maison de la machine à vapeur.	10,000	
Cheminées, chaudières, etc....	12,000	
Fours à griller.....	12,000	
Fours à coke.....	20,000	
Logemens pour les ouvriers.....	20,000	

TOTAL.... 487,700

Pour faire connaître avec plus de détails le prix de tous les objets nécessaires pour trois hauts-fourneaux, nous transcrivons une note qui nous a été communiquée par MM. Manby et Wilson, mécaniciens, qui ont rendu un vérita-

(1) Une machine à vapeur de quatre-vingts chevaux, fabriquée par M. Price à la fonderie de M. Neath Abbey, dans le pays de Galles, dont le cylindre a 45 pouces de diamètre, et qui fait marcher une machine soufflante de 84 pouc. de diamètre et de 8 pieds de course, capable de souffler trois hauts-fourneaux et trois fineries, a coûté 70,000 francs. Ajoutant 30 pour 100 de droit d'entrée, la pose, qu'on peut évaluer à 10 pour 100, et les frais de transport à 12 p. 100 au plus, on voit qu'un semblable appareil reviendra à 110,000 francs environ; le régulateur n'est pas compris dans cette évaluation, mais il reviendra au plus à 25,000 francs tout posé.

ble service à la France, en y important les procédés anglais, et sur-tout en fournissant les moyens d'élever des établissemens semblables à celui qu'ils ont créé à Charenton.

1°. Une machine à vapeur, pour souffler trois hauts-fourneaux, et les affineries nécessaires, ayant un cylindre de 50 pouces anglais de diamètre.	fr. 145,000
2°. Appareil pour souffler trois hauts-fourneaux, avec régulateur à piston . . . . .	85,000
3°. Appareil en fonte pour le régulateur à eau, avec valvules . . . . .	33,000
4°. Grand tuyau de conduite pour trois hauts-fourneaux . . . . .	15,000
5°. Machine à vapeur de la force de six chevaux, avec l'appareil d'élévation, pour la mine et le coke, chaînes, etc. . . . .	20,000
6°. Articles en fonte et fer forgé, pour un haut-fourneau; savoir, plaques carrées et autres pour le fond du fourneau . . . . .	7,000
7°. Cercles en fer forgé, et autres objets pour bâtir le fourneau. . . . .	8,000
8°. Cheminées pour la fabrication du coke . . . . .	2,000
9°. Tuyaux de conduite et appareil pour souffler un fourneau. . . . .	7,000
10°. Grues portatives. . . . .	2,500
11°. Chariots pour les cendres. . . . .	2,000
12°. 300 pieds de route en fonte pour les trois hauts-fourneaux. . . . .	6,000
13°. Articles en fonte pour la cheminée des machines à vapeur. . . . .	5,000
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>335,500</b>

En ajoutant à cette somme de 335,500 fr. celle de 211,200 (1) nécessaire pour la construction

(1) Nous n'avons pas fait entrer dans cette somme le prix des pièces de fer et de fonte nécessaires pour un haut-fourneau, parce qu'elles sont déjà portées dans la seconde évaluation.

des hauts-fourneaux, achat de terrain, maison de la machine à vapeur, caserne, etc., le devis s'élèverait dans ce cas à 546,700 francs.

Ainsi on peut conclure qu'il faut un capital d'environ 5 à 600,000 fr. pour l'érection de trois hauts-fourneaux, de la plus grande dimension, marchant au coke, dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire en supposant qu'il n'existe pas de cours d'eau pour faire marcher les machines soufflantes; que les fourneaux, étant placés au milieu d'une plaine, exigent l'établissement d'une machine pour élever les matériaux sur la plate-forme; enfin que le terrassement soit assez considérable. Dans le cas où ces circonstances ne se présenteraient pas, le capital nécessaire serait réduit plus ou moins, suivant les localités. Du reste, on peut admettre qu'un haut-fourneau nu, c'est-à-dire sans les armures et les machines nécessaires, reviendra toujours de 30 à 40,000 fr.

Pour établir les frais de roulement, nous supposons que les fourneaux marchent 300 jours chacun, l'un dans l'autre, et qu'ils produisent 500 quintaux métriques de fonte par semaine.

Par jour, chaque fourneau dépensera 210 quint. mét. de minéral, à 1 fr. 50; 210 quint. mét. de houille, à 0f,80; et 70 quint. mét. de castine, à 0f,50. D'après ces bases, voici quelle sera par an la dépense des trois fourneaux :

Minéral . . . . .	283,500 fr.
Houille. . . . .	151,200
Castine. . . . .	31,500
Directeur, à 8,000 francs par an. . . . .	8,000
Caissier . . . . .	4,000
Commis, surveillans, etc. . . . .	8,500

A reporter. . . . . 486,200

Fonds de roulement.

	<i>Report.</i> . . . . .	486,200
Chef-fondeur anglais . . . . .		5,000
6 ouvriers fondeurs anglais (1), . . . . .		14,400
36 aides ou chargeurs . . . . .		19,600
Ouvriers pour casser la castine . . . . .		4,000
<i>Id.</i> pour nettoyer le minéral . . . . .		8,000
<i>Id.</i> pour la fabrication du coke . . . . .		12,000
<i>Id.</i> pour la machine à vapeur . . . . .		3,000
Ouvriers divers, comme maçons, forgerons, etc. . . . .		12,000
		564,200 fr.

D'après ce calcul, on voit qu'une somme de 5 à 600,000 fr. est nécessaire pour faire marcher une usine semblable, et que ce fonds de roulement, ainsi que celui de premier établissement, peuvent être évalués ensemble à 1,000,000 ou 1,200,000 francs.

Un établissement ainsi composé donnerait environ 64,000 quintaux métriques de fonte annuellement.

§ 70. Pour l'érection d'une forge à l'anglaise, qui correspondrait à trois hauts-fourneaux, les dépenses seraient à-peu-près les suivantes :

Dépenses de premier établissement d'une forge à l'anglaise.	1°. 18 fours à réverbère, dont 15 à puddler et 3 à souder les bagres. La maçonnerie de chacun est évaluée à environ 1000 francs, et les ferremens à 3000 fr. . . . .	72,000
	2°. Laminoirs et différens mécanismes qui en dépendent . . . . .	120,000
	3°. Marteaux, enclumes, cames, etc. . . . .	35,000
	4°. Deux paires de cisailles . . . . .	8,000
	<i>A reporter.</i> . . . . .	235,000

(1) Pour diriger trois hauts-fourneaux, il faudra sept ouvriers anglais, dont un chef. On donne habituellement au chef-fondeur de 100 à 120 fr. par semaine et 80 aux simples ouvriers.

	<i>Report.</i> . . . . .	235,000
5°. Plaques de fontes, etc., environ 20,000 kilogrammes, à 40 francs le quint. mét. . . . .		8,000
6°. Machine à vapeur de la force de 60 à 70 chevaux, pour faire le service de tout l'établissement . . . . .		100,000
7°. Outils, tels que ringards, etc. . . . .		10,000
8°. Emplacement, consolidation du sol, etc. . . . .		60,000
9°. Hangar . . . . .		30,000
10°. Maison pour la machine à vapeur . . . . .		10,000
11°. Cheminées, etc. . . . .		12,000
12°. Transport des machines, etc. . . . .		12,000
13°. Caserne d'ouvriers . . . . .		25,000

502,000 f.

De plus, si l'on traitait, dans cette usine, de la fonte noire provenant du travail au coke, il faudrait ajouter trois fineries, évaluées chacune à 15,000 fr.; les fonds de premier établissement s'élevaient donc alors à 547,000 fr.

Quant au capital nécessaire pour faire marcher cette usine, il est très-difficile de l'évaluer, parce qu'il dépend entièrement de la position de l'établissement par rapport aux hauts-fourneaux et aux mines de charbon. Nous allons supposer que cette forge est réunie aux hauts-fourneaux et qu'elle en dépend : dans ce cas, le prix de la fonte ne doit point entrer dans le fonds de roulement, puisque les dépenses faites pour la produire ont déjà été comptées ci-dessus dans le fonds de roulement des hauts-fourneaux dont elle provient, et qui font partie du même établissement.

Fonds de roulement pour une forge à l'anglaise.

Chaque fourneau à puddler donne environ 8,000 kil. de fer brut par semaine, qui dépense à-peu-près 10,000 kilog. de houille. La quantité de houille dépensée est donc, pour 15 fourneaux, de 150,000 kilogr., et pour l'année de 78,000 quintaux, à 0,80. . . . . 60,400 f.

Les fourneaux à souder les barres dépenseront par an à-peu-près la moitié des fourneaux à puddler. . . . . 30,200  
 30 ouvriers anglais, à 80 fr. par semaine. . . 124,800  
 40 ouvriers, à 4 fr. par jour. . . . . 48,000  
 30 manœuvres, à 2 fr. . . . . 18,000  
 Directeur, commis, etc. . . . . 20,000

---

301,400

Au bout de deux ou trois ans, on pourra congédier les ouvriers anglais et les remplacer par des ouvriers du pays, auxquels on donnera 4 fr. par jour au maximum; ce qui diminuera de beaucoup les frais de main-d'œuvre.

Quand la forge à l'anglaise est indépendante des hauts-fourneaux, et qu'elle est située loin des mines de houille, le capital nécessaire pour faire les approvisionnements doit être incomparablement plus élevé. M. de Villefosse établit, dans le mémoire que nous avons déjà cité, que les fonds de roulement de l'usine de Fourchambault, dans le département de la Nièvre, qui ne contient que quatorze fourneaux à réverbère au lieu de dix-huit que nous supposons, s'élèvent à environ 2,400,000 fr.; savoir,

Pour achat de fonte. . . . .	1,879,200 fr.
Pour achat de houille. . . . .	345,600
Pour ouvriers. . . . .	120,000
Pour frais de régie. . . . .	24,000

---

2,368,800 fr.

Une usine ainsi composée peut produire 48,000 quintaux métriques de fer annuellement.

Malgré le capital énorme que nécessitent l'érection et le roulement d'une forge à l'anglaise, l'établissement d'usines de ce genre apporte une économie de près d'un tiers dans la transformation de la fonte en fer : cette vérité, émise depuis longtemps par le Conseil général des Mines, a déjà été sentie par beaucoup de maîtres de forges, qui, depuis 1814, ont naturalisé cette industrie en France. Espérons qu'elle sera bientôt reconnue universellement, et que la substitution de fours à réverbère chauffés avec de la houille à nos forges actuelles, devenant générale, la plus grande partie de l'immense quantité de charbon de bois que celles-ci consomment aujourd'hui pourra être consacrée à la production de la fonte, dont l'accroissement devra être considérable. Nous serions heureux si nous pouvions penser que notre travail contribuera pour quelque chose à l'introduction des améliorations que réclame chez nous cette branche d'industrie.

## NOTE

## SUR LES POIDS, MESURES ET MONNAIES

DONT IL EST QUESTION DANS CETTE NOTICE.

LORSQUE dans cet ouvrage on parle de livres, de pouces, pieds, milles, acres, ou de toutes autres mesures étrangères au système métrique français, il est toujours sous-entendu que ce sont des mesures anglaises, et on a même eu presque toujours la précaution de l'exprimer. On aurait pu sans doute éviter toute équivoque en remplaçant les mesures anglaises par leur traduction en mesures métriques; mais comme les grandeurs des objets construits en Angleterre sont très-souvent exprimées par des nombres ronds de mesures anglaises, on a jugé plus convenable de conserver ces nombres, en plaçant à côté, lorsque cela présentait quelque intérêt, leur valeur en mesures métriques. Pour mettre le lecteur à même de vérifier ces transformations, de les effectuer lui-même dans plusieurs cas où on n'a pas cru utile d'en surcharger l'ouvrage, on joint ici le tableau des valeurs des mesures anglaises les plus employées dans les mines et les usines. Des motifs analogues à ceux qu'on vient d'indiquer engagent à faire suivre ce tableau de celui des valeurs des monnaies anglaises au cours admis dans le commerce.

## POIDS.

	kilogr.
1 livre anglaise (avoir du poids) . . . =	0,4531
2 livres . . . . . =	0,9062

	kilogr.
3 id. . . . . =	1,3593
4 id. . . . . =	1,8124
5 id. . . . . =	2,2655
6 id. . . . . =	2,7186
7 id. . . . . =	3,2717
8 id. . . . . =	3,6248
9 id. . . . . =	4,0779
10 id. . . . . =	4,5310
112 livres ou un quintal . . . . . =	50,747
2240 livres, ou une tonne composée de 20 quintaux . . . . . =	1014,94 (1)

## MESURES DE LONGUEUR.

	mètres.
1 pouce anglais ( <i>inch</i> ) . . . . . =	0,025391
1 pied anglais ( <i>foot</i> ) . . . . . =	0,304692
2 pieds . . . . . =	0,609384
3 pieds ou un <i>yard</i> . . . . . =	0,914076
4 pieds . . . . . =	1,218768
5 pieds . . . . . =	1,523460
6 pieds ou un <i>fathom</i> . . . . . =	1,828152
7 pieds . . . . . =	2,132844
8 pieds . . . . . =	2,437536
9 pieds . . . . . =	2,742228
10 pieds . . . . . =	3,046920
1 mille anglais . . . . . =	1608,774

## MESURES DE SUPERFICIE.

	m. carr.
1 pouce anglais carré . . . . . =	0,00064473
1 pied anglais carré . . . . . =	0,0928572
1 yard carré . . . . . =	0,835555
1 acre anglaise . . . . . =	4043,99
1 mille anglais carré . . . . . =	2588155,

(1) Dans les premiers mémoires que contient ce volume, on a admis pour la tonne, avec plusieurs auteurs, une valeur de 1015k,84. Celle que nous indiquons ci-dessus nous paraît mériter plus de confiance.

## MESURES DE CAPACITÉ.

	m. cub.
1 pouce anglais cube . . . . .	= 0,0001657
1 pied anglais cube . . . . .	= 0,0282867
1 yard cube . . . . .	= 0,763745

## MONNAIES D'ANGLETERRE,

au cours moyen de 1826.

	fr.	cent.
1 penny ( au pluriel <i>pence</i> ) . . . . .	=	0 10
1 shilling, composé de 12 pence . . . . .	=	1 26
2 shillings . . . . .	=	2 52
3 . . . . .	=	3 87
4 . . . . .	=	5 03
5 . . . . .	=	6 39
6 . . . . .	=	7 75
7 . . . . .	=	9 00
8 . . . . .	=	10 06
9 . . . . .	=	11 32
10 . . . . .	=	12 58
11 . . . . .	=	13 83
12 . . . . .	=	15 49
15 . . . . .	=	16 75
14 . . . . .	=	18 01
15 . . . . .	=	19 26
16 . . . . .	=	20 12
17 . . . . .	=	21 38
18 . . . . .	=	22 64
19 . . . . .	=	23 90
1 livre sterling ( <i>pound</i> ), composée de 20 shillings . . . . .	=	25 15
2 livres sterling . . . . .	=	50 30
3 . . . . .	=	75 45
4 . . . . .	=	100 60
5 . . . . .	=	125 75
6 . . . . .	=	150 90
7 . . . . .	=	176 05
8 . . . . .	=	201 20
9 . . . . .	=	226 35
10 . . . . .	=	251 50

## NOTICE

Sur le traitement au coke des minerais  
d'argent, plomb et cuivre, à Freyberg,  
en 1826;

PAR M. AUGUSTE PERDONNET,

Ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des  
Mines.

Les minerais que l'on réduit dans les usines de Freyberg sont des minerais d'argent, plomb et cuivre. Variétés minéralogiques des minerais

Les variétés minéralogiques de minerais d'argent qui se rencontrent dans les filons du district de cette ville sont:

L'argent natif (*gediegenes silber*);L'argent sulfuré (*glaserz* ou *silberglanz*);L'argent antimonié sulfuré (*rothgültigerz* ou *antimonsilberglanz*).

Les variétés minéralogiques de minerais de plomb sont:

La galène (*bleiglanz*);Le plomb phosphaté (*grünbleierz*).

Les variétés minéralogiques de minerais de cuivre sont:

La pyrite de cuivre (*kupferkies*);Le cuivre gris (*fahlerz*) toujours argentifère;Le cuivre panaché (*buntes kupfererz*);

Un peu de malachite et de cuivre oxidulé.

Ces différentes variétés de minerais d'argent, plomb et cuivre se trouvent le plus souvent mé- Substances accompa-



gnant les  
minerais.

langées entre elles. Leurs gangues sont ordinairement le quartz, la chaux carbonatée, la chaux carbonatée perlée, la chaux carbonatée manganésifère, la baryte sulfatée, la chaux fluatée, etc. On remarque une certaine constance dans la distribution de ces substances dans les filons, qui sont caractérisés par la présence d'une ou de plusieurs d'entre elles. On voit aussi avec ces minerais des pyrites de fer, de la blende, du mispickel qui ne renferment aucun des métaux que l'on cherche à obtenir, si ce n'est quelquefois un peu d'argent. On tire, comme nous le verrons, un grand parti des pyrites pour le traitement métallurgique.

Division des  
minerais  
sous le rap-  
port de la  
préparation  
mécanique.

Sous le rapport de la préparation mécanique, les minerais se subdivisent en

Minerais de bocard (*gepochte erze*);

Minerais de lavage (*gevaschene erze*).

Les premiers sont ceux qui sont assez riches au sortir de la mine pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y concentrer le métal par le lavage, tandis qu'il est indispensable de faire subir cette opération aux seconds.

Division des  
schlichs d'a-  
près les  
conditions  
établies pour  
l'achat.

Les schlichs ne sont pas tous livrés à l'usine à l'état de richesse auquel ils parviennent après ces premières préparations mécaniques. La taxe d'après laquelle ils sont payés aux exploitans établit, comme nous allons le voir, des conditions de telle nature, qu'il est avantageux pour les propriétaires de les mélanger de manière qu'ils renferment certaines quantités relatives d'argent, de plomb et de cuivre. Ces conditions sont les suivantes :

1°. Dans les minerais contenant au-delà de

2 marcs (1) d'argent par quintal, la quantité de plomb n'est pas payée.

2°. Dans les minerais contenant au-delà de 1 marc d'argent par quintal, la quantité de plomb au-dessous ou au-dessus de 16 livres par quintal n'est pas payée.

3°. Dans les minerais contenant au plus 1 marc d'argent par quintal, le plomb au-dessous de 16 livres n'est pas payé; de 16 à 30, il est compté pour 16 livres, et au-delà de 30, sa valeur augmente de 5 livres en 5 livres.

4°. Les minerais contenant par quintal moins de 1 loth d'argent, de 16 livres de plomb et de 1 livre de cuivre, donnant à l'essai moins de 70 pour 100 de matte, ne sont pas acceptés.

5°. Dans les minerais contenant du cuivre, la quantité de ce métal au-dessous de 1 livre par

(1) Le marc dont il est ici question est la demi-livre, la livre étant la centième partie du quintal. Il se subdivise en 16 loths, le loth en 4 quentchen et le quentchen en 4 pfennings.

Le quintal est celui de Leipsick, qui, d'après Martin, = 49 kil., 75886. Il se subdivise en 100 livres pour l'estimation de la quantité de métal contenue dans les schlichs, ou les produits, et en 110 liv. pour l'achat des schlichs.

M. Breithaupt, dans un petit ouvrage qu'il a publié sur la ville de Freyberg, donne une valeur plus élevée du quintal de Leipsick. Cette valeur est 51 kil., 419. Je n'ai aucune raison pour regarder l'une des évaluations comme plus exacte que l'autre. On passera de la première à la seconde, en multipliant les nombres que nous avons donnés par le coefficient  $\frac{51,419}{49,759} = 1,05324$ .

quintal n'est pas payée. La quantité de plomb ne l'est pas du tout au-dessous de 30 livres. A 30 livres de plomb et au-delà, la quantité de cuivre cesse d'être payée :

Il suit de ces conditions que les exploitans ne livrent à l'usine que :

1°. Des schlichs contenant très-peu ou point de plomb, contenant par quintal 1 loth d'argent ou au-dessus, et donnant, à l'essai, au-dessous de 40 pour cent de matte. Ces schlichs portent le nom de *minerais maigres* proprement dits (*eigentliche dünne erze*).

2°. Des schlichs contenant très-peu ou point de plomb, contenant au-dessus de 1 loth d'argent par quintal, et donnant 40 à 80 pour 100 de matte : ce sont les *minerais maigres pyriteux* (*kiesige dünne erze*).

3°. Des schlichs contenant très-peu ou point de plomb, contenant moins de 1 loth d'argent par quintal, et donnant au moins 70 pour cent de matte : ce sont les *minerais* dits *pyrites* (*kiese*).

4°. Des schlichs contenant 16 livres de plomb au quintal, et 2 marcs d'argent ou au-dessous : ce sont les *minerais maigres galénifères* (*glanzige dünne erze*, ou *glanz 2<sup>e</sup> classe*).

5°. Des schlichs contenant par quintal 30 liv., 35 livres, 40 livres, etc., 80 livres de plomb et un marc d'argent ou au-dessous : ce sont les *galènes proprement dites* (*glanzige erze*, ou *glanze, 4<sup>e</sup> classe*).

6°. Des schlichs contenant par quintal une liv. de cuivre ou au-dessus, pouvant renfermer d'ailleurs une quantité d'argent quelconque, et étant

ou n'étant pas pyriteux : ce sont les *minerais de cuivre* (*kupfererze*).

Parmi ces minerais, les uns sont amalgamés ; on obtient alors accidentellement un peu de sulfate de cuivre, et on perd tout le plomb qu'ils peuvent renfermer : aussi ne soumet-on à l'amalgamation que des minerais qui contiennent le moins de plomb possible et au-dessous d'une livre de cuivre au quintal, mais une quantité d'argent quelconque au-dessus d'un loth, et qui appartiennent à la classe des *minerais maigres proprement dits*, ou *pyriteux* (*eigentliche, ou kiesige dünne erze*).

On traite à la fonderie toute espèce de minerais, et même ceux que l'on peut amalgamer.

Les minerais employés à la fonderie sont, par rapport au traitement métallurgique, partagés en deux grandes classes : ceux qui composent la première, après avoir été grillés, sont ou fondus avec du plomb et des matières plômbeuses, ou fondus seuls dans des fourneaux à cuve ; on a alors pour but d'obtenir du plomb d'œuvre, dans lequel se rassemble l'argent du schlich, et que l'on soumet ensuite à la coupellation ; cette opération prend le nom de *fonte de plomb* (*bleyarbeit*). Les autres, trop peu riches en argent et en plomb pour être traités de suite dans la fonte de plomb, sont fondus sans grillage préliminaire et avec addition de minerai pyriteux, s'il est nécessaire, afin de réunir les gangues dans une scorie qui surnage le bain, et retient très-peu des métaux précités, et ceux-ci en une matte ou combinaison de sulfures. Cette matte peut être considérée comme un nouveau minerai, où l'argent est plus concen-

Division des minerais par rapport au traitement métallurgique et notions générales sur ce traitement.

1°. Fonte de plomb (*bleyarbeit*).

2°. Fonte crue ou de concentration.

(*roharbeit*).

tré que dans celui qui a été soumis à cette fonte : aussi cette opération prend-elle le nom de *fonte de concentration* ou *fonte crue* (*roharbeit*). La *matte crue* (*rohstein*) est traitée comme un minéral riche en argent ou en plomb, avec cette seule différence, qu'elle est grillée en tas au lieu de l'être dans des fourneaux à réverbère.

Opérations qui se rattachent aux deux opérations principales.

A ces deux opérations principales, la fonte de plomb et la fonte de concentration, viennent se rattacher une foule d'autres opérations qui sont particulièrement la conséquence de la fonte de plomb. Celle-ci donne non-seulement du plomb d'œuvre, mais encore des mattes de plomb (*bleisteine*) et des scories.

Fonte des mattes de plomb (*bleisteinarbeit*), et opérations subséquentes.

Le plomb d'œuvre est, ainsi que nous l'avons dit, soumis à la coupellation; la matte, qui renferme une quantité notable de métaux précieux, est traitée comme un nouveau minéral; on la grille en tas, et on la refond avec addition convenable d'autres produits, ce qui constitue la *fonte des mattes de plomb* (*bleisteinarbeit*).

Les scories sont ajoutées dans les différentes fontes, qui finissent par les appauvrir assez pour qu'on n'en puisse plus tirer parti.

La coupellation du plomb d'œuvre donne lieu elle-même à plusieurs opérations subséquentes, l'*affinage de l'argent*, la *réduction des litharges* et des *abstrichs*.

Fonte des mattes de cuivre ou fonte en cuivre noir (*schwarzkupferar-*

La *fonte des mattes de plomb* produit de nouveau plomb d'œuvre avec une nouvelle matte (*kupferstein*) et une nouvelle scorie; le plomb d'œuvre et la matte sont seuls soumis à des opérations particulières. Le plomb d'œuvre est traité à part comme celui de la fonte de plomb. La

matte, qui contient beaucoup de cuivre, est traitée comme minéral de cuivre; on la grille en tas, puis on la fond : c'est ce qu'on appelle la *fonte des mattes de cuivre* (*kupfersteinarbeit*), ou la *fonte en cuivre noir* (*schwarzkupferarbeit*). (beit), et opérations subséquentes.

L'affinage de l'argent est suivi de la *refonte de l'argent*, qui a lieu à la monnaie. La réduction des litharges produit des scories et du plomb marchand impur; le plomb marchand est purifié par liqutation.

La réduction des abstrichs produit des scories et du plomb impur, qui est également liquaté.

La *fonte des mattes de cuivre* produit du cuivre noir argentifère, une nouvelle matte (*dünstein*) et des scories. Le cuivre noir argentifère est envoyé à une autre usine, où il est liquaté, etc. La matte est grillée avec des mattes de cuivre et refondue dans le même travail. Les scories recueillies dans l'un quelconque des travaux précédents ne donnent lieu à aucune nouvelle opération distincte.

Tel est le résumé des travaux métallurgiques que l'on exécute dans les usines à plomb, argent et cuivre de Freyberg; encore ai-je fait abstraction des refontes ayant pour but la concentration de certains produits ou leur appauvrissement (*veränderungen*), qui se rattachent à différents travaux, et des refontes qui, comme celles de crasses (*gekratzarbeit*), ont lieu accidentellement, pour tirer parti des matières encore riches en métaux.

Les combustibles employés sont :

Le coke, le charbon de bois, la tourbe, la houille en nature, le bois en nature. Le coke est

Combustibles.

employé dans presque toutes les opérations ; le charbon de bois l'est pour les essais, pour la mise en feu seulement, dans la plupart des fontes, quelquefois aussi, comme dans la réduction des abstrichs et des litharges, pendant tout le cours de l'opération. La tourbe sert à sécher les fourneaux. On brûle de la houille pour le grillage des minerais et des mattes, et du bois en nature dans la coupellation et le grillage des mattes.

Les cokes proviennent de la houille que l'on tire des mines situées entre Freyberg et Dresde, à une lieue et demie de Dresde. On peut les diviser en deux espèces, sous le rapport de leur mode de préparation. 1°. Les *theerofen-coaks*, ou cokes préparés dans des fourneaux particuliers dits *theerofen*. Ils sont plus compactes et brûlent plus difficilement que les autres; on les emploie dans la fonte de plomb, où l'on ne cherche pas à produire beaucoup de chaleur en peu de temps. 2°. Les *backofen-coaks*, ou cokes préparés avec de la houille bitumineuse, dans des fourneaux dits *backofen* ou en tas. Ceux-ci sont plus légers et brûlent plus aisément et plus vite que les premiers: c'est pourquoi on les emploie de préférence dans la fonte crue, où la production de chaleur doit être la plus rapide possible.

Les cokes, sous le rapport des houilles qui les produisent, peuvent se diviser en trois espèces. Trois mines différentes fournissent le coke à l'usine: une mine royale dite *Dœhlen*, et deux mines appartenant à des particuliers, dites l'une *Burgh* et l'autre *Postchappel*. Les houilles de la mine royale sont les plus bitumineuses. Elles donnent des cokes légers, employés de préférence dans la

fonte crue. Les houilles des deux mines particulières donnent au contraire des cokes pesans, et contenant plus de cendres, qui sont employés dans la fonte de plomb. Ceux de la mine *Postchappel* se distinguent sur-tout par leur pesanteur et ne servent que dans la fonte de plomb. On en emploie aussi quelques-uns de la mine *Burgh* dans la fonte crue.

En moyenne, 1 scheffel de houille maréchale

de Dœhlen, pèse. . . . .	160 liv. (1)
1 scheffel. . coke. . . . .	80
D'où : 1 <sup>m.c.</sup> houille de Dœhlen pèse. . .	718k,022
1 <sup>m.c.</sup> coke. . . . .	359,014

Nous ne connaissons pas le poids des autres variétés de houille ou de coke.

Les charbons de bois désignés sous le nom de *gebirgische holzkohlen*, et qui sont actuellement à peu-près les seuls que l'on emploie, sont des charbons provenant de bois de sapin, carbonisé à trois lieues de Freyberg, dans les montagnes.

Le korb, charbon de bois de quartier, pèse. . . . .	70 liv. (2).
Le korb, charbon de bois de souche. . .	100

D'où : 1 <sup>m.c.</sup> charbon de bois de quartier, pèse	104k,42
1 <sup>m.c.</sup> charbon de bois de souche. . . . .	150,60

La tourbe vient de tourbières situées à deux lieues au midi de Freyberg.

Les opérations métallurgiques sont précédées

(1) Le *scheffel* est une mesure de capacité. Celui dont il est ici question est celui de Freyberg, et renferme om.c,100769.

La livre dont il est ici question est la livre de Leipsick = ok,4523533.

(2) Le *korb* = 14 pieds cubes = om.c,300132.

de l'essai des schlichs pour humidité et pour métal.

Essai des schlichs pour humidité.

L'essai pour humidité se fait en prenant la différence des pesées, avant et après dessiccation.

L'essai pour métal ayant lieu pour les minerais à-peu-près de la même manière que pour les produits, nous en traiterons après avoir parlé des travaux métallurgiques.

*Fonte crue ou de concentration (roharbeit).*

De la fonte crue en particulier.

Le fourneau employé pour la fonte de concentration à l'usine de la Halsbrücke est un demi-haut-fourneau, qui ne diffère que par les dimensions du vide intérieur, de ceux dont on se sert pour la fonte de plomb, et dont je donne les plans et l'élévation (Pl. VI).

Forme et dimension du fourneau.

Les dimensions du vide intérieur d'un fourneau servant à la fonte de concentration, sont :

	aunes(1).	pouces.	m. mill.
De la sole au milieu de la tuyère..	1	9	0, 764
Du niveau de la tuyère à l'extrémité supérieure du mur de chargement. . . . .	5	18	3, 194
De l'extrémité supérieure du mur de chargement jusqu'à l'ouverture de la cheminée. . . . .	2	12	1, 388
Largeur :			
1°. Sur la sole contre le mur de devant. . . . .	»	21	0, 486
<i>Id.</i> contre le mur de tuyère. . .	1	2	0, 602
2°. A la hauteur de tuyère contre le mur de devant. . . . .	»	21	0, 486
<i>Id.</i> contre le mur de tuyère. . .	1	16	0, 926
3°. Au gueulard contre le mur de devant. . . . .	1	»	0, 556
<i>Id.</i> contre le mur de tuyère. . .	1	2	0, 602

(1) L'aune de Leipsick = 0<sup>m</sup>,556; elle se subdivise en 24 pouces.

aunes. pouces. m. mill.

Profondeur ou longueur :			
1°. Sur la sole . . . . .	1	18	0, 972
2°. A la hauteur de tuyère. . . . .	1	16 $\frac{1}{2}$	0, 937
3°. Au gueulard. . . . .	1	9	0, 764

Le creuset et la poitrine du fourneau sont détruits et reconstruits à chaque fondage; le creuset est en brasque battue sur une sole d'argile, qui elle-même repose sur une sole de scories, séparée seulement par des plaques de gneiss des canaux d'humidité pratiqués au-dessous; le fond du creuset est plat, et a une inclinaison de 2 pouces et demi à 3 pouces sur toute sa longueur de l'arrière à l'avant du fourneau; ses faces latérales sont convexes, et leur convexité est tournée vers l'intérieur de la cuve; le creuset se prolonge à l'extérieur du fourneau, où il se termine par une surface demi-cylindrique. (Voyez Pl. VI.)

La tuyère en fonte est horizontale; sa hauteur au-dessus de la plaque de devant est de 19 pouces (0<sup>m</sup>,459); elle s'avance d'un pouce et demi (0<sup>m</sup>,034) au-delà d'une verticale abaissée du point d'intersection du plan du gueulard avec la ligne du milieu de la face postérieure du fourneau. Les soufflets sont des soufflets triangulaires en bois; deux caisses, alimentant une seule buse, projettent dans le fourneau 500 à 550 pieds cubes d'air par minute.

Disposition de la tuyère.

Soufflets.

La poitrine en briques est reconstruite en dernier lieu: on y ménage un œil.

Le but principal de la fonte de concentration est, avons-nous dit plus haut, de séparer les métaux des terres en faisant passer les uns dans la matte, les autres dans la scorie. Dans l'origine, il en était dans toutes les usines comme dans celles de Freyberg, on ne grillait jamais les miné-

But et origine de la fonte crue.

rais soumis à cette opération; c'est ce qui lui avait fait donner le nom de *roharbeit*, parce que l'on ne fondait que des minerais non grillés, appelés *crus* (*rohe-erze*). Cette circonstance n'est cependant pas caractéristique; car s'il arrive que le minéral d'argent contienne par lui-même une grande quantité de pyrites, il convient, afin de ne pas obtenir une matte trop pauvre, de le griller d'abord un certain nombre de fois; le soufre est alors chassé, et une partie des pyrites, convertie en oxide de fer, passe dans les scories.

Les minerais traités par fonte crue sont :

1°. Ceux qui contiennent fort peu de plomb et de cuivre, et 5 loths d'argent par quintal ou au-dessous : de ce nombre, sont les minerais maigres proprement dits et les pyrites argentifères ;

2°. Les minerais de plomb contenant 16 livres de plomb et une très-petite quantité d'argent (*glanzen*, 2<sup>e</sup>. classe);

3°. Les minerais de cuivre contenant peu de cuivre (au-dessous de 8 livres), et peu d'argent (au-dessous de 5 loths);

4°. Des pyrites non argentifères, comme agens de concentration.

Sur la richesse en argent à donner au lit de fusion.

La richesse en argent à donner au lit de fusion dépend essentiellement des résultats de la balance que l'on établit entre les avantages et les inconvéniens économiques que l'on trouve à obtenir de suite une matte et en même temps une scorie riches en métal; je dis aussi une scorie, car les scories entraînent toujours une petite partie de la matte à l'état de mélange, ou emportent de toute autre manière quelques parcelles des métaux que l'on veut obtenir, et la quantité de ces parcelles est d'autant plus grande, que la

matte est plus riche. La richesse en argent à donner au lit de fusion dépend aussi de la richesse des minerais que l'on a à sa disposition. A Freyberg, la règle est de distribuer un marc d'argent sur 10 quintaux de minéral, ce qui fait 1 loth 60 centièmes par quintal; cependant, dans ces derniers temps, les lits de fusion ont été, d'après les livres de l'usine, un peu plus riches.

L'assortiment des minerais relativement aux gangues est aussi très-important, car de là dépend le plus ou moins de fusibilité de la scorie, et par conséquent la plus ou moins grande facilité avec laquelle elle se sépare de la matte. On mêle le plus souvent :

Minéral quarzeux. . . . . 2/3,  
Minéral spathique et autres. . . 1/3.

Parmi ces derniers, on cherche à introduire un huitième de fluete de chaux, et le reste en chaux carbonatée et baryte sulfatée.

Enfin, une dernière considération qui doit guider dans le choix des minerais à employer dans la fonte crue naît de la nature des métaux qu'ils renferment. On fait en sorte de n'introduire que très-peu de minerais de plomb dans le mélange, de crainte de perdre dans cette opération, qui exige beaucoup de chaleur pour la fusion des gangues, une trop grande quantité de ce métal; mais on passe autant que possible dans la fonte crue des minerais contenant du zinc, de l'arsenic, de l'antimoine, etc., d'une grande partie desquels on se débarrasse par volatilisation.

On assortit les schlichs en les étendant les uns au-dessus des autres par lits successifs, et en les mêlant ensuite avec des bèches. On les charrie après cela dans des brouettes sur le plateau, au

Assortiment des minerais par rapport aux gangues.

Assortiment des minerais relativement aux métaux qu'ils renferment.

Manipulation relative à l'assortiment et à

dition de produits de fondage métallifères. niveau du gueulard; là on y ajoute, avant de les passer au fourneau, des produits de fondage, savoir: des scories de la fonte de plomb (*bleischlacken*), des scories de la fonte de la matte de plomb (*bleisteinschlacken*); des crasses de fondage (*gekratz*). On a pour but, 1°. d'extraire de ces produits les métaux qui y sont renfermés; 2°. d'en tirer parti comme fondans, l'addition du silicate de protoxide de fer que contiennent en grande quantité les scories de plomb augmentant la fusibilité des scories obtenues dans la fonte crue.

Ils sont ordinairement ajoutés au minéral dans le rapport de 52 à 54 pour 100.

Mise en feu du fourneau. Lorsque l'on veut mettre un fourneau en feu, dès que la reconstruction du creuset et de la poitrine est achevée, on le sèche extérieurement avec de la tourbe, et intérieurement avec du charbon de bois; la brasque étant arrivée au rouge vif, on remplit la cuve avec du charbon de bois, et on donne le vent. On passe d'abord des scories de la *Halsbrücke* (1) pour former le nez; puis, dès qu'il existe un vide suffisant au gueulard, on charge du lit de fusion et du coke.

Le lit de fusion est versé dans les angles que font les parois latérales de la cuve avec la face de tuyère et le coke sur toute la largeur du mur antérieur.

Conduite du travail dans la fonte crue. On cherche principalement, dans la fonte crue, à avoir une allure très-chaude et une descente rapide des charges (*einen hitzigen und raschen gang*). Cela tient à ce que :

(1) Les scories, dites de la *Halsbrücke* (*Halsbrückene schlacken*), sont des scories parfaitement vitrifiées, obtenues à une époque déjà éloignée. On en a de grandes provisions sur les haldes.

1°. Le lit de fusion est assez réfractaire;  
2°. Il faut tâcher de le passer très-vite, afin que l'oxidation aux environs de la tuyère soit la moins grande possible.

Pour obtenir cette allure :

1°. On brûle de préférence des cokes, qui se consomment aisément et donnent peu de cendres;  
2°. On donne beaucoup de vent;

3°. On construit le fourneau plus étroit dans la partie inférieure que pour la fonte de plomb;

4°. On ne charge que peu de minéral relativement à la quantité de charbon.

Le fourneau étant en bon train, le nez est long de 8 à 9 pouces; le gueulard est plus clair que dans la fonte de plomb; un jet de flamme assez volumineux est chassé par le vent des soufflets sous la poitrine: il se dégage avec vivacité et sans interruption. La matte coule bien fluide; la scorie est d'une liquidité moyenne, et se tire bien en fils. Ces deux produits se séparent parfaitement l'un de l'autre. Nous ne parlerons pas ici des cas de dérangement de l'appareil ni des moyens de correction qu'emploie le fondeur, on trouvera dans la *Métallurgie* de Lampadius (2°. partie, 1<sup>er</sup>. volume) tous les détails que nous omettons à dessein.

État du fourneau en bon train.

La coulée du bassin supérieur (*spur*) dans le bassin inférieur (*stichheerd*) n'offre rien de particulier, elle a lieu quatre fois par vingt-quatre heures.

Coulée.

Les produits obtenus dans la fonte crue sont, outre les mattes et les scories,

Produits obtenus dans ce travail.

1°. Des crasses dites *geschur*, que l'on retire ordinairement pendant le travail lorsqu'on nettoie le fourneau; elles contiennent, dans des pro-

portions différentes, les mêmes métaux que les minerais ;

2°. Les crasses dites *gekrätz*, que l'on retire après la fin de la campagne de l'intérieur du fourneau ; leur composition est à-peu-près la même que celle des précédentes ;

3°. Les crasses dites *ofenbrüche* : on donne plus particulièrement le nom d'*ofenbrüche* aux dépôts cristallisés, attachés aux parois du fourneau.

On en a de trois sortes :

1. *Ofenbruch* de l'espace de fusion (*schmelzraum ofenbruch*) ;

2. *Ofenbruch* de la tuyère (*formofenbruch*) ;

3. *Ofenbruch* du gueulard (*gicht ofenbruch*).

Les deux premières espèces, qui se trouvent à peu de distance de la tuyère, peuvent se subdiviser d'après leur couleur en deux variétés :

*a*, La variété jaune blanchâtre ; *b*, la variété noire.

La première variété est un mélange de sulfure et d'oxide de zinc avec un peu de plomb et d'argent. La seconde variété consiste aussi en oxide et sulfure de zinc, et a toutes les propriétés de la blende noire. L'*ofenbruch* du gueulard est tout-à-fait semblable pour l'aspect à la galène ; il ne renferme que du soufre et du plomb.

4°. Les poussières recueillies dans les chambres de condensation et sur le devant du fourneau, à l'extérieur. Celles-ci paraissent n'être autre chose que de l'oxide de zinc pur. Les premières sont un mélange très-compiqué ; chaque fourneau a trois chambres de condensation placées les unes au-dessus des autres. On a obtenu en 1825, après une campagne de trois mois,

Dans le fourneau n°. 4,

1 <sup>re</sup> . chambre, la plus rapprochée de la cuve,	Pouss. 7½ qx. cont. par qal. arg.	1½ loth. Plomb 24 liv.
2 <sup>e</sup> . chambre.....	7.....	1½.....30
3 <sup>e</sup> . chambre.....	5½.....	½.....24

Ainsi, dans les trois chambres du fourneau n°. 4,

20 qx. cont. en tout arg. 1 marc 4 loths 3 qu. Plb. 5 qx. 22 l.

On a recueilli dans le fourneau n°. 6,

1 <sup>re</sup> . chamb. 5½ qx. cont. par qal. arg. ....	¾ loth. ....	Plb. ....	24 l.
2 <sup>e</sup> . chamb. 9½.....	¾.....	.....	40 l.
3 <sup>e</sup> . chamb. 3.....	¾.....	.....	16 l.

Ainsi, dans les trois chambres du fourneau n°. 6,

18 qx. conten. en tout arg. 0 marc 11 loths 3 qu. Plb. 5 qx. 58 liv.

On laisse le fourneau en feu tant qu'il n'y a pas urgence à mettre hors ; ce qui n'a pas lieu pour la fonte de plomb, dans laquelle la durée du fondage est limitée d'avance. Les campagnes sont actuellement en moyenne de trois mois.

Les ouvriers attachés à un fourneau sont :

Deux fondeurs, deux chargeurs, deux broetteurs.

Ils travaillent par poste de douze heures, et sont payés d'après le temps de travail.

Les données numériques du travail en fonte crue sont comprises dans le tableau suivant, qui est celui de la campagne d'un trimestre de 1826. Dans le cours de ce trimestre, on a fondu pendant neuf semaines dans deux fourneaux, et pendant quatre semaines dans un seul, ce qui équivaut au travail de vingt-deux fourneaux dans une semaine, et on a passé :

Durée des campagnes.

Tableau de la consommation et de la production (fonte crue).



Mesures alleman- des (1).	quintaux.	Plomb.		Cuivre.		Argent.	
		qx.	liv.	qx.	liv.	marcs.	loths. quentchen.
	79	min. de cuiv., conten.	»	»	»	79	4 15 »
	580	pyrites sans argent....	»	»	»	»	» » »
	1010 $\frac{3}{4}$	Id. argentifères.....	»	»	»	»	16 11 3
	138 $\frac{1}{2}$	minerais plombifères, 2 <sup>e</sup> . classe.....	22	16	»	»	19 4 2
	2710 $\frac{5}{8}$	minérai maigre.....	»	»	»	»	526 10 2
	4518 $\frac{7}{8}$	minerais mélangés... <i>Produits ajoutés.</i>	22	16	»	79	567 9 3
	120	crasses, à 1 loth d'arg. par qal. et 5 p <sup>r</sup> . 100 de plomb.....	6	»	»	»	7 8 »
	4209	scories de plomb, à $\frac{1}{8}$ loth d'arg. par qal. et 1 p <sup>r</sup> . 100 de plomb...	42	9	»	»	32 14 »
	1412	scories de la fonte des mattes de plb., à $\frac{1}{4}$ loth d'arg. par qal. et 1 p <sup>r</sup> . 100 de plb.....	14	12	»	»	11 » 2
	9259 $\frac{3}{8}$	Somme du lit de fusion.	84	37	»	79	619 » 1
		<i>Production.</i>					
	2398	matte, à 4 $\frac{1}{2}$ loths d'arg. environ par qal. et 5 p <sup>r</sup> . 100 de plomb.....	119	90	»	»	645 10 2
	105	crasses, à 1 loth d'arg. par qal. et 5 p <sup>r</sup> . 100 de plomb.....	5	25	»	»	6 9 »
		Gain fictif.....	125	15	»	»	652 3 2
		Remedia.....	40	78	»	»	33 3 1
		Perte réelle.....	»	»	»	»	61 8 3
			»	»	»	»	28 5 1

Le gain *fictif* tient à ce que le contenu en métal des minerais est indiqué tel qu'on le compte aux exploiteurs, et se trouve alors moindre que

(1) Le marc = okil., 2487943 ;

Le loth = okil., 0155496 ;

Le vagen = 3mèt., cub., 601584.

Il se subdivise en 12 korb ;

Le korb = om., cub., 300132 ;

Le thaler = 3fr., 8518.

Il se subdivise en 24 gros et le gros en 12 pfennings.

le contenu réel, parce que, outre les retranchemens de la taxe dont nous avons déjà parlé, on leur soustrait encore 1 quentchen d'argent par quintal pour compenser les pertes inévitables de ce métal qui se font dans le travail. Cette quantité est indiquée sous le nom de *remedia*, et la perte réelle calculée vient au-dessous.

La consommation en combustible a été de

7 vagen, charbon de bois tendre ;  
4980 scheffels de coke, dont 4160 sch. coke de Døhlen,  
et.... 820 coke de Burgh ;  
1 vagen 10 korb de tourbe pour tous les fourneaux ( 5, dont 3 allant en fonte de plomb ).

Les frais ont été comme il suit :

	Argent		thalers.	gr.	pf.
	mes.	loths.			
Schlichs mélangés.....	4518 $\frac{7}{8}$ qx., cont.	567 $\frac{9}{8}$	val. pay.	3887	23 9
Crasses, à 9 gr. par loth d'argent.....	120 qx.....	7 8	val. fict.	45	» »
Scories de la fonte de plb., à 9 gros, par loth d'arg..	4209.....	32 14		197	6 »
Scor. de la fonte des mat- tes de plb., à 9 gros par loth d'argent.....	1412.....	11 $\frac{1}{2}$		66	» »
Somme tot. des schlichs et prod. ajoutés..	10259 $\frac{7}{8}$	»	»	4196	5 9
Comb. pour la fonte.	Cokes, à 9 gr. $\frac{1}{2}$ le scheff..	4980 sch. v. pay.	1971	6	»
	Charb. de bois tendre à 6 $\frac{1}{2}$ thal. le vagen.....	7 vagen....	45	12	»
	Tourbe à 2 th. 20 gr. le vag.	1 vag. 10 k.	5	1	4
Main-d'œuvr.	Aux fondeurs, brouet- teurs, etc.....	315	17	11	315 17 11
	Somme totale des frais.....	»	»	»	6533 19 »

D'où l'on conclut les frais suivans pour 100 quintaux de Leipsick de schlichs mélangés :

	th.	gr.	pf.	th.	gr.	pf.
Minér. et produits ajoutés.	Schlichs mélangés.....	100 quint.	86	»	10	»
	Crasses.....	2,65.....	»	23	10	»
	Scories de la fonte de plb.	93,14....	4	8	»	»
	Scor. de la fonte des mat- tes de plomb.....	31,24....	1	11	»	»
Combustible p <sup>r</sup> la fonte.	Coke.....	110,20 sch.	43	14	10	»
	Charbon de bois tendre.	1,86 k....	1	»	»	»
	Tourbe.....	0,49 k....	»	2	8	»
M.-d'œuvr.	Aux fond., brouett., etc.....	6	23	8	6	23 8
	Somme totale des frais.....	»	»	»	144	12 10

Données des  
tableaux  
précédens en  
mesures  
françaises.

*Produits équivalant au travail de vingt-deux fourneaux  
en une semaine.*

		PLOMB.		CUIVRE.		ARGENT.	
qx.	kilo-	qx.	kilo-	qx.	kilo-	kil.	gr. cent.
mét.	gr.	mét.	gr.	m.	gr.		
39	30	Minerais de cuivre contenant.....	»	»	»	59	1 228
287	61	Pyrites.....	»	»	»	»	»
502	60	Pyrites argentifères.....	»	»	»	4	163
68	92	Minerais plombifères, 2 <sup>e</sup> classe.....	10	95	»	»	4 797
1348	75	Minerais maigres.....	»	»	»	131	029
2447	18	Somme des minerais mélangés.....	10	95	»	59	141 217

*Produits ajoutés.*

59	71	Crasses.....	2	99	»	»	1 865
2094	40	Scories de plomb.....	20	94	»	»	8 179
702	47	Scories de la fonte des mattes.....	7	96	»	»	2 744
5305	76	Somme du lit de fusion.....	42	84	»	59	154 007

*Production.*

1193	22	Mattes.....	59	66	»	»	160 635
52	35	crasses.....	2	52	»	»	1 632

62	18	»	»	162	268
19	34	»	»	8	260
»	»	»	»	15	308
»	»	»	»	7	049

*Consommation en combustible.*

Coke.....	mét. cub.	501,289
Charbon de bois tendre.....	»	26,211
Tourbe.....	»	6,602

*Frais.*

Minér. et produits ajoutés.	Schlichs mélangés.....	100 q. mét.	665 fr. 98c.
	Crasses.....	2,65	7 68
	Scories de la fonte de plomb.....	93,14	33 55
	Scor. de la fonte des mattes.....	31,24	8 42
Comb. pour la fonte.	Coke.....	22,48 m.c.	337 73
	Charbon de bois tendre.....	1,101	7 79
	Tourbe.....	0,295	0 86
M.-d'ouv. Aux fondeurs, brouet., etc..		54	08

Somme totale des frais. . . . . 1116 fr. 09c

La sole des places sur lesquelles on grille la matte est formée de pierres de gneiss posées de champ. Ces pierres de gneiss sont recouvertes d'une couche d'argile dont on aplanit soigneusement la surface. Sur la couche d'argile, on étend un lit de menus coques ou de fumérons, de l'épaisseur de deux pouces. Sur ce lit de coke, vient un lit de bûches de la longueur de six quarts d'aune (0<sup>m</sup>,832), et au-dessus huit à dix scheffels (0<sup>m</sup>.c. 806 à 1<sup>m</sup>.c. 002) de houille maréchale ou dix à douze scheffels (1<sup>m</sup>.c. 007 à 1<sup>m</sup>.c. 209) de houille sèche. Enfin, sur la houille est amoncelée en tas trapézoïdaux la matte crue, cassée en morceaux de deux pouces cubes. L'opération est conduite comme à l'ordinaire. Un tas renferme de trois cent cinquante à quatre cents quintaux. La matte reçoit trois feux. Le premier grillage dure de dix-huit à vingt jours; le second, de douze à quatorze jours, le troisième, de onze à douze jours.

La couche de coke et de fumérons est refaite chaque fois. Celle d'argile exige peu de réparations. La sole de gneiss dure plusieurs années.

La consommation en combustible, etc., est indiquée dans les tableaux, page 270. Ce sont les ouvriers dits brouetteurs qui sont chargés du grillage des mattes. On leur paie 3 pf. (0<sup>f</sup>,04) par q<sup>al</sup>.

Les mattes crues sont, avons-nous dit, une combinaison de sulfures et arsénifères de fer, plomb, cuivre, zinc et argent. En les grillant, on chasse une partie du soufre et de l'arsenic, et on obtient un mélange de beaucoup de sulfates, que n'a pu décomposer la faible chaleur produite dans cette opération, d'arséniate et d'oxides des différens métaux, y compris peut-être l'oxide d'argent, l'ar-

Grillage des  
mattes  
crues.

Théorie.

gent s'oxidant assez aisément en présence des sulfates de plomb et de cuivre.

### Fonte de plomb (bleiarbeit).

De la fonte de plomb. Schlichs traités dans cette opération.

On traite, dans la fonte de plomb :

1°. Des minerais d'argent contenant très-peu de plomb, cuivre et pyrite, mais renfermant au-delà de cinq loths d'argent par quintal ;

2°. Des minerais contenant seize livres de plomb et au-delà de cinq loths d'argent ;

3°. Des minerais contenant de trente à quatre-vingts livres de plomb et une quantité quelconque d'argent, ordinairement égale ou inférieure à un marc ;

4°. Des minerais de cuivre contenant moins de quatre livres de cuivre au quintal et cinq loths d'argent ou au-delà.

Richesse du lit de fusion.

La richesse en plomb et argent que l'on donne au mélange des schlichs ne dépend que de la richesse des minerais que l'on a à sa disposition (V. le tableau, page 270). Nous verrons plus loin que la richesse en argent et en plomb du lit de fusion est augmentée, d'après certaines règles, par l'addition de la matte crue grillée, et des produits plombifères, aux schlichs.

Grillage des schlichs.

Occupons-nous d'abord du grillage des schlichs. Les différens schlichs sont disposés en couches successives dans un atelier placé au-dessus de celui où se trouvent les fourneaux de grillage, puis mêlés à la bêche. Des trémies mettent les fourneaux en communication avec l'atelier supérieur. Des tas de minéral, chacun de quatre quintaux et demi, sont disposés autour de ces trémies.

Les fours de grillage sont des fours à réverbère à-peu-près aussi larges que longs. Un mur, commun à plusieurs fourneaux, forme la paroi postérieure. La paroi antérieure est percée d'une porte placée à-peu-près au milieu. La sole, limitée postérieurement par un arc de cercle se rapprochant beaucoup de la ligne droite, et par deux lignes droites contre le pont et la cheminée, rencontre la paroi antérieure suivant une ligne courbe ayant aussi la forme d'un arc de cercle, mais de rayon beaucoup plus grand que l'arc postérieur. Le fourneau va donc en s'élargissant de l'extrémité antérieure du pont, jusqu'au milieu de la porte de travail, d'où il commence à se rétrécir jusqu'à l'entrée de la cheminée. La voûte se surbaisse en deux points à une petite distance des angles antérieurs de la sole.

Forme et dimensions des fourneaux de grillage.

L'ouverture de communication entre l'intérieur du fourneau et la cheminée est un peu rétrécie par deux petits murs, entre lesquels elle est comprise, l'un, qui tient à la voûte, l'autre, qui repose sur la sole. Des chambres destinées à recueillir les poussières sont placées au-dessus du fourneau. Les dimensions sont les suivantes :

	pieds(1).	pouc.	mètres.
Sole en briques. Longueur maximum..	6	6	1,904
Largeur, prise du milieu de la porte de travail au milieu de la trémie, ces deux points étant placés dans un même plan vertical perpendiculaire à la face antérieure. . . . .	4	»	1,172
Du milieu de la trémie à la face postérieure. . . . .	3	10	1,123
Largeur totale. . . . .	7	10	2,275
Largeur contre le pont. . . . .	5	6	1,611

(1) Mesure du Rhin. Le pied du Rhin = 0<sup>m</sup>,293.

	pieds.	pouc.	mètres.
Largeur à l'entrée du canal qui conduit à la cheminée.....	5	»	1 <sup>m</sup> ,465
Hauteur de la voûte au-dessus de la sole à-peu-près dans toute l'étendue du plan vertical, mené suivant l'axe de la trémie parallèlement aux faces antérieures et postérieures.....	1	4	0,391
Hauteur de la voûte au-dessus de la sole à chacun des points de surbaissement.....	1	½	0,305
Hauteur à demi-distance des points auxquels ont été prises les deux hauteurs précédentes.....	1	7	0,454
Hauteur de l'ouverture qui sert d'issue à la flamme se rendant dans la cheminée.....	de 8 à	9 pouc.	de 0 <sup>m</sup> ,195 à 0 <sup>m</sup> ,219.

La coupe de la voûte au-dessus du pont présente la figure d'un arc de cercle d'un rayon très-grand : la hauteur de la voûte au-dessus du pont est d'environ  $7\frac{1}{2}$  pouces aux deux extrémités et 9 pouces au milieu.

Hauteur du pont au-dessus de la sole.....	»	7 p <sup>o</sup> .	0 <sup>m</sup> ,161
» au-dessus de la grille.....	»	6	0,146
Épaisseur du pont.....	»	9	0,220
Longueur de la grille.....	5	6	1,611
Largeur.....	1	1	0,317
Ecartement des barreaux.....	»	$\frac{1}{4}$	0,0061
Hauteur de la porte de la grille.....	1	1	0,317
Largeur.....	1	1	0,317

On grille à-la-fois quatre quintaux et demi (2<sup>q</sup>.<sup>m</sup>,22) de schlichs.

Conduite de l'opération. L'opération a lieu de la manière suivante : on commence par donner un feu gradué, que l'on augmente tant que la grille n'est pas couverte de combustible jusqu'à la hauteur du pont et que le schlich n'est pas rouge. L'époque de la plus grande chaleur arrive environ une heure et demie ou une heure trois quarts après le commencement de l'opération. Dès ce moment, on laisse tomber le feu. Le travail de l'ouvrier se borne à présenter toutes les parties du schlich à l'action de la

chaleur, afin de favoriser le grillage, et à mêler avec le sulfure non grillé les parties de sulfate qui se seraient formées, pour les amener à l'état d'oxide. Il retourne trois fois le minéral, portant vers l'autel ce qui était près de la cheminée, et *vice versa*, une fois au moment où le schlich est rouge, environ une heure trois quarts après le commencement de l'opération, une seconde fois environ une heure plus tard, et une troisième fois, vers la fin de l'opération, demi-heure ou trois quarts d'heure après. A partir du moment où le schlich est rouge, le grillage se continue de lui-même par la combustion du soufre. Il importe sur-tout alors de faire arriver de l'air frais pour favoriser cette combustion. C'est pour cela que l'ouvrier ouvre la porte de la grille, et même quelquefois attire le combustible sur le devant, afin que toute la partie postérieure soit découverte. Les premières vapeurs qui se dégagent sont des vapeurs d'eau ; à celles-ci paraissent succéder des vapeurs de soufre provenant de la décomposition des persulfures, vapeurs qui, probablement, sont de suite converties en acide sulfureux ; viennent ensuite des vapeurs d'acides sulfureux et arsénieux, et peut-être, à la fin de l'opération, des vapeurs d'acide sulfureux seulement.

Pour nous faire une juste idée des changements qu'éprouve le minéral dans le grillage, commençons par nous rappeler la composition des schlichs : c'est, dans le cas le plus général, un mélange de sulfure, arséniure et antimoniuire d'argent, sulfure de cuivre, sulfure de fer, sulfure de zinc, nickel arsénical, cobalt arsénical, chaux, magnésie, silice. On peut le considérer

Théorie du grillage des schlichs.

comme converti, après le grillage, en un mélange d'oxide de plomb, sulfate de plomb, oxide de cuivre, oxide de fer, oxide de zinc, oxide de nickel et de cobalt, argent métallique, et une petite quantité d'arséniates de tous ces métaux, excepté d'argent, et peut-être quelques sulfates des terres, plus un peu de schlich non attaqué. Pour juger de la proportion relative d'oxide et de sulfate de plomb, il faudrait avoir analysé les produits et même avoir répété les analyses un grand nombre de fois, afin de prendre des moyennes; car cette proportion doit être très-variable.

L'opération dure environ quatre heures. A chaque fourneau de grillage sont attachés deux ouvriers, qui se relayent de deux heures en deux heures, travaillant ensemble pendant un poste de douze heures: ils sont payés 6 gros (0f,90) par poste. La consommation en combustible et les frais de main-d'œuvre sont donnés dans les tableaux (page 270).

Les fourneaux dans lesquels s'opère la fonte de plomb ont pour dimensions :

Fonte de plomb proprement dite. Forme et dimensions des fourneaux.

	aunes.	pouces.	mètres.
De la sole au niveau de la tuyère.	1	9	0 <sup>m</sup> ,764
Du niveau de la tuyère à l'extrémité supérieure du mur de chargement . . . . .	5	18	3, 194
De l'extrémité supérieure du mur de chargement à l'ouverture supérieure de la cheminée. . . . .	2	12	1, 388
Largeur. Sur la sole contre le mur de devant. . . . .	»	21	0, 486
— contre le mur de tuyère. . . . .	1	16	0, 926
Largeur. Au gueulard, contre le mur de devant. . . . .	1	»	0, 556
— le mur de tuyère. . . . .	1	2	0, 602
Profond. ou longueur. Sur la sole. . . . .	1	21	1, 042
— à la hauteur de tuyère. . . . .	2	2	1, 157
— au gueulard. . . . .	1	9	0, 764

L'inclinaison du fond du creuset est de 2 pouces et demi à 3 pouces sur sa longueur, comme dans la fonte crue. La hauteur de la tuyère au-dessus de la plaque de devant est de 18 pouces (0<sup>m</sup>,439). Elle est placée à 4 pouces  $\frac{1}{2}$  (0<sup>m</sup>,104) en arrière de la verticale abaissée du point d'intersection du plan du gueulard avec la ligne milieu de la face postérieure du fourneau.

Les soufflets sont des soufflets en bois comme dans la fonte crue; la quantité d'air qu'ils fournissent à chaque fourneau varie entre 200 et 220 pieds cubes. Comme on craint, dans la fonte de plomb, qu'un vent horizontal ne chasse le métal sous la poitrine ou par l'œil, on donne une légère inclinaison à la tuyère. Cette inclinaison dépend de la nature des minerais. Elle est ordinairement d'un quart de pouce; mais, suivant M. Lampadius, on la rend plus considérable quand les minerais sont très-zincifères, parce qu'alors il se forme beaucoup de crasses, qui se mêlent au bain de plomb; ce qui oblige à le tenir plus chaud, afin de le conserver dans un état de fluidité convenable. Les minerais grillés sont stratifiés sur le plateau du gueulard avec de la matte grillée et des scories de la Halsbrücke.

Le rapport établi entre la quantité de minerais et la quantité de matte grillée n'est pas constant. Cependant, en étudiant la composition de plusieurs lits de fusion, on voit qu'une quantité de 780 à 810 quintaux de schlich renfermant de 8 à 9 loths d'argent au quintal, est mêlée assez ordinairement avec 360 quintaux de matte grillée renfermant de 4 loths à 4 loths et demi d'argent. La quantité de scories de la Halsbrücke est aussi variable; on voit toutefois que cette quan-

Disposition de la tuyère.

Soufflets.

Inclinaison du vent.

Assortiment des schlichs grillés avec les mattes crues grillées, au-dessus du gueulard.

tité ne dépasse pas ordinairement le quart de la quantité de matte et en est souvent la sixième partie. Ces scories servent d'abord à former le nez; elles entourent les gouttelettes de plomb à leur passage devant la tuyère, et se mêlant avec la scorie de plomb lui donnent la fluidité la plus convenable : le fondeur doit s'en servir avec intelligence. On repasse ordinairement avec ce lit de fusion quelques quintaux de la matte de plomb non grillée, qu'on a obtenue dans une fonte précédente. On a alors pour but d'appauvrir cette matte. On en ajoute d'autant plus que l'on a chargé une plus grande quantité de matte crue trop grillée (*totdtgebrannt*).

Conduite du travail.

On cherche principalement dans la fonte de plomb à obtenir une chaleur moins vive que dans la fonte crue, afin de ne vaporiser que le moins possible de plomb. C'est dans le but d'obtenir cette allure que :

1°. On donne au fourneau, dans le voisinage de la tuyère, plus de profondeur que dans la fonte crue;

2°. On emploie des coques brûlant plus difficilement, plus lentement et laissant plus de cendres;

3°. On donne moins de vent.

Le fourneau étant en bon train, le nez, plus plongeant que dans la fonte crue, est long de 3 à 4 pouces; le gueulard est sombre; il ne sort presque aucun jet de flamme sous la poitrine. La matte se sépare bien de la scorie, qui est plus fluide que dans la fonte crue.

Addition de produits plombifères

On passe, à des époques indéterminées, des produits plombifères (litharges, fonds de coupelles, etc.). Cette addition a principalement pour

but de produire une certaine quantité de plomb pour dissoudre l'argent des minerais. Cette quantité, et par conséquent la charge en produits plombifères, doit être d'autant plus considérable que le minerai contient déjà lui-même moins de plomb et plus d'argent, ou que la charge en minerais est plus forte. Il faut aussi faire en sorte que le creuset ne se trouve jamais qu'un fort court instant entièrement vide. La quantité totale de produits plombifères est calculée d'après la richesse des minerais par le directeur de l'usine; mais la répartition sur les charges est réglée par le fondeur.

Le chef de l'usine se dirige pour déterminer la quantité de produits plombifères d'après les considérations suivantes : plus on rend le plomb d'œuvre pauvre, en ajoutant beaucoup de produits plombifères, moins on a à craindre d'obtenir une matte trop riche, que l'on serait ensuite obligé d'appauvrir par des refontes; mais aussi moins il y a d'économie à coupeller le plomb d'œuvre. D'un autre côté, en ajoutant peu de produits plombifères, on obtient un plomb d'œuvre riche et avantageux à coupeller lorsqu'on l'assortit convenablement; mais aussi on a des mattes très-riches, qui coûtent beaucoup à appauvrir, et on perd beaucoup de plomb par vaporisation. Il existe donc un point moyen qu'il faut atteindre; ce point moyen varie avec chaque minerai, mais la nature des minerais ne varie qu'entre certaines limites, d'où il arrive que le point moyen est aussi compris entre des limites déterminées. Celles-ci sont, dans la richesse du plomb d'œuvre pour la fonte de plomb, un marc et deux marcs. Il s'est présenté des cas où l'on a cherché à obtenir du plomb reasfermant

pendant le travail et considérations sur cette addition.

plus de 2 marcs ; il faut les considérer comme des cas d'exception.

Le fondeur se guide, pour la répartition des produits plombifères sur les charges, d'après la marche du fourneau, qu'il observe souvent au nez, sur-tout avant la coulée, et d'après la quantité de lits de fusion qu'il a chargée. Il ajoute ordinairement, avant la coulée, une certaine quantité de litharges, qui arrive réduite dans le creuset un instant après cette opération.

Coulée.

La coulée a lieu trois fois par vingt-quatre heures ; on obtient, dans un bassin inférieur, du plomb d'œuvre et des mattes de plomb. Les scories sont enlevées avec un râble lorsque les matières sont encore dans le creuset supérieur.

On met hors chaque fourneau trois fois par trimestre, dont deux fois après des campagnes de quatre semaines, et une fois après une campagne de cinq semaines. Les ouvriers attachés au fourneau sont les mêmes que dans la fonte crue.

Produits obtenus dans ce travail.

On obtient, comme dans la fonte crue, outre les mattes et les scories, des *ofenbrüche*, des crasses et des poussières de condensation. On a recueilli, en 1825, après trois mois de travail :

Dans le fourneau n<sup>o</sup>. 1.

1 <sup>re</sup> chamb. poussière	8 $\frac{1}{2}$ qx. cont. par gal. arg.	2 $\frac{1}{2}$ loths plb.	40 liv.
2 <sup>e</sup> . . . . .	6 $\frac{1}{2}$ . . . . .	1 . . . . .	50
3 <sup>e</sup> . . . . .	5 . . . . .	1 . . . . .	50
4 <sup>e</sup> . . . . .	4 . . . . .	$\frac{1}{2}$ . . . . .	10

Ainsi, dans les quatre chambres du fourneau n<sup>o</sup>. 1,

24 qx. conten. en tout arg. 2 marcs 1 loth. plb. 9 qx. 58  $\frac{1}{4}$  liv.

Dans le fourneau n<sup>o</sup>. 2 :

1 <sup>re</sup> chamb. poussière	5 $\frac{6}{8}$ quint. cont. par gal. arg.	2 loth 6 plb. 40 liv.
2 <sup>e</sup> . . . . .	11 $\frac{1}{4}$ . . . . .	55
3 <sup>e</sup> . . . . .	5 . . . . .	50
4 <sup>e</sup> . . . . .	3 $\frac{1}{2}$ . . . . .	10

Ainsi, dans les quatre chambres du fourneau n<sup>o</sup>. 2,

5  $\frac{3}{8}$  qx. cont. en tout arg. 1 marc 9 loths plb. 11 qx. 28  $\frac{1}{4}$  liv.

Les mattes que l'on obtient à une première fonte sont encore très-riches en argent et en plomb. Avant de les griller, on les repasse au fourneau, afin de les appauvrir. Une petite partie est refondue, comme nous l'avons déjà dit, avec le minéral ; le reste l'est dans un travail particulier, qui a lieu ordinairement à la fin de chaque campagne, et qu'on appelle *veranderung*. On cherche alors à obtenir des plombs d'œuvre de 14 à 17 loths. La matte de plomb est, suivant sa richesse, repassée une ou deux fois, le plus souvent deux fois. Les livres de l'usine et les tableaux que nous allons présenter, et qui en sont extraits, ne nous donnent la composition de la matte de plomb qu'après le travail dit *veranderung*.

De la refonte des mattes (*veranderung*).

Les données numériques du travail en fonte de plomb sont comprises dans les tableaux suivants :

En trois semaines, dans trois fourneaux, on a passé :

Tableaux de la consommation et de la production. (Fonte de plomb.)

Mesures allemandes.

qx. de Leipsick.	PAR QUINTAL.			EN TOTALITÉ.					
	liv.	liv.	loths.	qx.	liv.	qx.	liv.	mes.	loths.
720 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	Galènes., 4 <sup>e</sup> classe, cont. (1)	»	»	285	51 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	»	»	173	»
422 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	Minér. plombifères, 2 <sup>e</sup> cl.	»	»	67	58	»	»	492	»
401 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	Minéraux maigres.....	»	»	»	»	»	»	.06	»
20	Minerais de cuivre.....	»	»	»	»	»	40	20	»
1565	Minerais mélangés.....	»	»	353	9 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	»	40	891	»
	Übermarkige loth (2).....	»	»	»	»	»	»	9	»
<i>Produits ajoutés:</i>									
624	Matte crue, contenant.....	5	»	31	20	»	»	156	»
96	Matte crue.....	5	»	4	80	»	»	27	»
380	Litharges.....	90	»	342	»	»	»	»	»
80	Litharges.....	85	»	68	»	»	»	»	»
88	Fonds de coupelle.....	70	»	61	60	»	»	5	»
39	<i>Idem</i> .....	75	»	29	25	»	»	2	»
90	Crasses.....	10	»	9	»	»	»	11	»
180	Scories de la Halsbrücke.....	»	»	»	»	»	»	»	»
48	Scories de la reviv. des litharges.....	10	»	4	80	»	»	»	»
3190	Somme des schlichs et produits ajoutés.....	»	»	903	74 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	»	40	1102	»
<i>Production:</i>									
838	Plomb d'œuvre, contenant.....	99 <sup>13</sup> / <sub>32</sub>	»	19 <sup>16</sup> / <sub>16</sub>	833	»	»	998	»
270	Matte de plomb.....	10	»	27	»	»	»	84	»
90	Crasses.....	10	»	9	»	»	»	11	»
1992	Scories.....	1	»	19	92	»	»	15	»
	Somme.....			888	92 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	»	»	1109	»
	Perte fictive.....			14	82 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	»	»	»	»
	Gain.....			»	»	»	»	6	»
	Remédia.....			»	»	»	»	24	»
	Perte réelle.....			14	82 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	»	»	17	»
<i>Consommation en combustible.</i>									
	Pour la fonte.....							1618	scheffels.
								17	vag. 11 korb.
								11	4 korb.
	Pour les essais.....								
	Pour le grillage du schlich.....							1 <sup>6</sup> / <sub>8</sub>	schragen (3).
								300	scheffels.
	Pour le grillage de la matte.....							50	scheffels.
								25	scheffels.
								2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	schragen.

(1) Le poids des schlichs ou mattes est toujours indiqué tel qu'il était au grillage; on ne les pèse pas après cette opération, dans laquelle le déchet est varié.  
 (2) Outre les quantités dont nous avons déjà parlé sous le nom de *remédia* soustrait aux exploitants 1 loth d'argent par quintal de tous les minerais qui renferment au-delà d'un marc. C'est cette valeur qui est comprise sous la dénomination *übermarkige loths*. D'autres indemnités de même nature que s'accroissent à l'usine, et qui ne sont pas indiquées dans les livres, rendent au moins inexact le nombre placé sur la même ligne que l'indication : perte réelle.  
 (3) Le schragen est de 324 pieds cubes de Leipsick = 6<sup>m</sup>.c., 945912.

Frais.

	Frais.		Argent.		thal.	gros.	pf.	
	qx. de Leips.	mes.	loths.	val. pay.				
Schlichs mélangés.....	1565	cont.	891	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8593	16	11	
Matte crue, à 8 gr. par gal. et 16 gr. 3 pf. par loth d'arg.....	720	....	183	»	1982	12	»	
Litharges, à 4 th. 12 gr. le gal.	380	....	»	»	1710	»	»	
<i>Id.</i> , à 3 th. 12 gr. le quintal.	80	....	»	»	280	»	»	
Fonds de coupelle, à 2 th 12 gr. le gal et 17 gr. par loth d'argent.....	88	....	5	8	282	8	»	
Fonds de coupelle, à 3 th. le gal., et 17 gr. par loth d'arg.	39	....	2	7	84	15	»	
Crasses, à 9 g. par loth d'arg.	90	....	11	4	67	12	»	
Scories de la rev. des litharg.	48	....	»	»	»	»	»	
Scories de la Halsbrücke.....	180	....	»	»	»	»	»	
Somme des schlichs et produits ajoutés.....	3190	....	1093	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13000	15	11	
					thal.	gros.	pf.	
Comb. p <sup>r</sup> la fonte. {	Coke, à 9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> gros le scheffel..	1618	scheff. v. p.	640	11	»	756	22
	Charb. de bois tendre, à 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> th. le vagen.....	17	v. 11 k....	116	11	»		
Comb. p <sup>r</sup> l'essai. {	Charbon de bois tendre....	11	v. 4 k,....	73	16	»	73	16
Comb. p <sup>r</sup> le grill. du schlich. {	Bois flotté, à 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> th. le schrag.	1 <sup>6</sup> / <sub>8</sub>	schrags....	»	12	6	150	12
	Houille schisteuse, à 12 gr. le scheffel.....	300	scheffels.	150	»	»		
Comb. pour le grillage de la matte. {	Bois flotté.....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	schrag.	20	20	»	64	18
	Houille maréchale, à 15 gr. 1 pf. le scheffel.....	50	scheffels.	31	10	2		
	Houille schisteuse.....	25	scheffels.	12	12	»		
Main-d'œuvre. {	Aux fondeurs, chargeurs et brouetteurs, y compris la paye aux brouetteurs pour mélange des schlichs.....	153	15	»	255	16	3	
	Pour grillage du schlich.....	78	6	»	»	»	»	
	Pour grillage de la matte crue.....	23	19	3	»	»	»	
	Somme totale des frais.....				14072	4	10	

Les frais étant calculés pour 100 quintaux de schlichs mélangés, on a :



		thal.	grosce.	pf.	th.	grosce.
Minér. et produits ajoutés.	Schlichs mélangés.....	100 qx. v. p.	549	2	10	
	Matte crue.....	46 val. fict.	126	16	3	
	Litharges, 1 <sup>re</sup> qualité.....	24,28.....	109	6	4	
	Litharges, 2 <sup>e</sup> qualité.....	5,11.....	17	21	4	
	Fonds de coupelle.....	5,62.....	17	24	11	830 16
	Fonds de coupelle.....	2,49.....	5	9	9	
	Crasses.....	5,75.....	4	7	6	
	Scories de la rev. des litharges..	3,07.....	»	»	»	
	Scories de la Halsbrücke.....	11,50.....	»	»	»	
	Comb. p <sup>r</sup> la fonte.	Coke.....	103,39 sch. v. p.	40	22	2
	Charbon de bois tendre.....	13,65 korb....	7	10	10	
Comb. p <sup>r</sup> l'essai.	Charbon de bois tendre.....	8,69 korb....	4	17	»	4 17
C <sup>e</sup> . p <sup>r</sup> le grill. du schlich.	Bois flotté.....	0,0039 schr..	»	»	10	
	Houille schisteuse.....	19,17 scheff....	9	14	»	9 14
Comb. p <sup>r</sup> le grill. de la matte.	Bois flotté.....	0,16 schr....	1	7	11	
	Houille maréchale.....	3,19 scheff....	2	»	2	4 3
	Houille schisteuse.....	1,56 scheff....	»	19	2	
Main-d'œuvre.	Frais de main-d'œuvre pour la fonte.....		9	19	1	
	Idem p <sup>r</sup> le grillage du schlich.		5	»	»	16 7
	Idem, pour le grillage de la matte.....		1	12	6	

Somme totale des frais..... 913 20

Produits passés équivalant au travail de neuf fourneaux en une semaine.

quint. mét. kil.		Plomb.		Argent.		
		qx. kil.	qx. kil.	kil. gr.	centigr.	
358	64 Galènes, 4 <sup>e</sup> classe. conten.	142	07	»	»	43 113 87
210	23 M. plombifères, 2 <sup>e</sup> classe...	33	63	»	»	122 406 80
200	3 Minéral maigre.....	»	»	»	»	51 329 37
9	95 Minerais de cuivre.....	»	»	20	4	975 89
778	85 Somme de min. mélangés..	175	70	»	20	221 825 93
<i>Produits ajoutés :</i>						
310	49 Matte crue, 1 <sup>re</sup> var. conten.	15	63	»	»	38 811 91
47	77 Idem..... 2 <sup>e</sup> var.....	2	39	»	»	6 717 45
189	8 Litharges, 1 <sup>re</sup> qualité.....	169	38	»	»	»
39	81 Idem, 2 <sup>e</sup> qualité.....	33	84	»	»	»
43	79 Fonds de coupelle, 1 <sup>re</sup> var..	30	66	»	»	1 368 37
19	41 Idem, 2 <sup>e</sup> var.....	14	55	»	»	» 606 43
44	78 Crasses.....	4	48	»	»	2 798 93
89	57 Scories de la Halsbrücke..	»	»	»	»	»
23	88 Scories de la rev. des lith....	2	39	»	»	»
1587	43 Somme du lit de fusion.....	449	02	»	20	272 129 02

## Production.

qx. mét. kil.		Plomb.		Argent.	
		qx. m. kil.	kil. gr.	centig.	
417	23 Plomb d'œuvre contenant.....	414	75	248	421 11
134	35 Matte de plomb.....	13	43	20	992 02
44	78 Crasses.....	4	48	2	798 93
991	20 Scories.....	9	98	3	871 86
	Somme.....	442	64	276	083 92
	Perte fictive.....			»	»
	Gain fictif.....			»	»
	Remedia.....			6	091 57
	Perte réelle.....			»	»

## Consommation en combustible.

		mét. cub.
Pour la fonte.	Coke.....	163,044
	Charbon de bois tendre.....	64,528
Pour l'essai.	Charbon de bois tendre.....	40,817
P <sup>r</sup> . le grill. du schlich.	Bois flotté.....	0,434
	Houille schisteuse.....	30,230
Pour le grillage de la matte.	Bois flotté.....	17,364
	Houille maréchale.....	5,038
	Houille schisteuse.....	2,519

## Frais.

Minerais et produits ajoutés.		qx. mét.	4250 f. 76c.	
			4250 f. 76c.	
	Schlichs mélangés.....	100	4250	76c.
	Matte crue.....	46	980	85
	Litharges, 1 <sup>re</sup> qualité.....	24,28	846	03
	Litharges, 2 <sup>e</sup> qualité.....	5,11	138	47
	Fonds de coupelle, 1 <sup>re</sup> variété.....	5,62	139	64
	Fonds de coup., 2 <sup>e</sup> v.....	2,49	41	86
	Crasses.....	5,75	33	38
	Scories de la reviv. des litharges.....	3,07	»	»
	Scor. de la Halsbrücke.....	11,50	»	»
Comb. pour la fonte.	Coke.....	21,073 m. cub.	316	81
	Charb. de bois tendre.....	8,285	57	68
C. p <sup>r</sup> . l'essai.	Charb. de bois tendre.....	5,040	36	43
C <sup>e</sup> . pour le grillage du schlich.	Bois flotté.....	0,063	»	27
	Houille schisteuse.....	12,102	74	17
Comb. p <sup>r</sup> le grillage de la matte.	Bois flotté.....	2,23 m. cub...	10	29
	Houille maréchale.....	2,17	15	54
	Houille schisteuse.....	1,08	6	16
	Frais de main-d'œuv. pour la fonte..		75	80
	Idem pour le grillage du schlich.....		38	71
	Idem pour le grillage de la matte....		11	76

Somme totale des frais..... 7074 fr. 61 c.

T. II, 5<sup>e</sup> livr. 1827.

18

Théorie de  
la fonte de  
plomb.

Lorsque l'on mélange les schlichs grillés avec la matte grillée et les produits plombifères, on ne fait qu'augmenter la proportion des sulfates et des arsénates métalliques, et ajouter du plomb métallique ou de l'oxide de plomb; les sulfates passent probablement dans le haut-fourneau à l'état de sulfures, la hauteur de la cuve ne permettant pas qu'il se trouve aux environs de la tuyère du sulfate non décomposé; les oxides de plomb, cuivre, etc., se réduisent par le charbon ou en réagissant sur les sulfures; l'oxide de fer contribue à réduire les sulfures, soit par son oxigène, soit par le fer métallique. Cet oxide devient aussi, en passant à l'état de protoxide, un excellent scorificateur, et empêche une trop grande partie d'oxide de plomb de jouer ce rôle. Le plomb, chargé à l'état métallique ou provenant de la réduction des minerais et litharges, absorbe l'argent et l'entraîne avec lui. Les arséniures et arsénates se comportent probablement comme les sulfures et les sulfates. Les terres passent dans la scorie. Ainsi, on doit obtenir et on obtient comme produits :

1°. *Plomb métallique* argentifère et un peu cuprifère, retenant de l'antimoine et un peu d'arsenic;

2°. *Matte*, combinaison de sulfures de fer, cuivre et argent et d'arséniures;

3°. *Scories*, silicates des terres et de protoxide de fer, retenant de l'oxide de plomb et un peu d'argent.

Grillage des  
mattes de  
plomb.

La matte de plomb est grillée en tas absolument de la même manière que la matte crue; les tas renferment de 200 à 250 quintaux (de 100 à 125 quint. métr.). Elle est soumise à 4 ou 5 feux au plus.

Théorie.

La théorie de cette opération ne diffère pas de celle du grillage de la matte crue, ce sont toujours des sulfures et des arséniures qui passent à l'état de sulfates, arsénates et oxides, et une certaine quantité de soufre et d'arsenic qui est chassée.

La matte de plomb grillée est traitée comme un schlich : aussi le travail dit *bleisteinarbeit* (fonte des mattes de plomb) diffère-t-il très-peu de la fonte de plomb. Je ne l'ai pas suivi, parce qu'il n'a lieu que tous les trois mois; mais voici les renseignements qui m'ont été communiqués sur ce qui le concerne.

Fonte des  
mattes de  
plomb  
(*bleisteinar-  
beit*).

La cuve des fourneaux pour fonte des mattes de plomb n'offre de différence avec celle des fourneaux pour fonte de plomb qu'en ce qu'elle est un peu moins longue au niveau de la tuyère. On donne aussi, dans la fonte des mattes, un peu plus de vent que dans la fonte des schlichs.

Forme et di-  
mensions du  
fourneau.

On passe la matte grillée avec des minerais de cuivre renfermant au-delà de 8 pour 100 de cuivre, avec un quart ou un tiers en poids de scories de la Halsbrücke et avec des produits plombifères; le lit de fusion étant peu réfractaire, le combustible en supporte davantage que dans la fonte de plomb ou la fonte crue; le nez est tenu à-peu-près comme dans la fonte de plomb. On obtient des plombs cuivreux renfermant de 12 à 17 loths d'argent, des mattes cuivreuses en renfermant de 4 à 6 loths, et des scories en contenant  $\frac{1}{3}$  loth.

Tableau de la consommation et de la production.

Fonte des mattes de plomb, en mesures allemandes.

Voici le tableau d'une campagne :  
En neuf semaines, dans un seul fourneau, on a passé :

	PAR QUINTAL.			EN TOTALITÉ.						
	plb.	cuiv.(r).	arg.	plomb.	cuivre.	argent.				
qx.	liv.	liv.	loths.	qx.	liv.	qx.	liv.	mes.	loths.	qu.
1373 Matte de plb cont.	10	»	4,29	137	30	»	»	368	6	»
123 Litharges.....	90	»	»	110	70	»	»	»	»	»
8 <i>Idem</i> .....	86	»	»	6	88	»	»	»	»	»
18 <i>Idem</i> .....	82	»	»	14	76	»	»	»	»	»
41 Fonds de coupelle.	75	»	1	30	75	»	»	2	9	»
49 Scories de revivif. des litharges...	10	»	»	4	90	»	»	»	»	»
6 Crasses cuiv. de la liquat. du plomb..	80	»	»	4	80	»	»	»	»	»
23 $\frac{2}{3}$ <i>id.</i> .....	74	»	»	17	39	»	»	»	»	»
40 Crasses de fondag.	10	»	1	4	»	»	»	2	8	»
354 Scor. de la Halsbr.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Somme.....				331	48	»	»	373	7	»

#### Production.

qx.										
308 Plomb d'œuvre..	»	»	17,93	306	41	»	»	318	»	»
280 Matte cuivreuse..	»	»	3	»	»	»	»	52	8	»
35 Crasses.....	10	»	1	3	50	»	»	2	3	»
1412 Scories.....	1	»	0,12	14	12	»	»	11	»	»
Somme.....				324	3	»	»	383	11	2
Perte.....				7	45	»	»	»	»	»
Gain.....				»	»	»	»	10	4	2

#### Consommation en combustible.

Pour la fonte	{	Charbon de bois...	9	vag.	10	korb.
		Coke.....	1070	scheffels.		
P <sup>r</sup> . le grillage des mattes.	{	Bois.....	3	schrags.		
		Houille maréchale.	45	scheffels.		
		Houille schisteuse..	12	scheffels.		

(1) Le signe » n'indique pas toujours l'absence absolue de la quantité, quelquefois il annonce seulement qu'elle n'a pas été donnée sur les livres de l'usine.

	Frais.		Argent.		th.	gr.	pf.			
	marcs.	loths.	marcs.	loths.						
Minér. et produits ajoutés.	Matte de plomb grillée à r3 gr. 6 pf. le gal. et 17g. p <sup>r</sup> . loth d'arg.	1373	qx. cont.	368	6	val p..	4947	5	6	
	Litharges, à 4 $\frac{1}{2}$ th. le quintal..	131	.....	»	»	v. fict.	589	12	»	
	<i>Idem</i> , à 3 $\frac{1}{2}$ th. le quintal.....	18	.....	»	»	.....	63	»	»	
	Fonds de coupelle (r).....	41	.....	2	9	.....	152	1	»	
	Scories de la rev. des litharges..	49	.....	»	»	.....	»	»	»	
	Crasses de liquation, à 1 th. 18 g. le quintal.....	29 $\frac{1}{2}$	.....	»	»	.....	51	15	»	
	Crasses de fonte.....	40	.....	»	»	.....	15	»	»	
	Scories de la Halsbrücke.....	»	.....	»	»	.....	»	»	»	
	Somme.....			1681 $\frac{1}{2}$			5818	9	6	
	Comb. pour la fonte.	{	Coke, à 9 gros le scheffel.....	1070	sch. v. pay.	401	6	»	»	»
Charbon de bois.....			9	v. 10 k.....	63	22	»	»	465	4
Comb. pour le grillage des mattes.	{	Bois flotté.....	3	schr.....	25	»	»	»	»	
		Houille maréchale.....	45	scheff.....	28	6	9	»	59	6
		Houille schisteuse.....	12	scheff.....	6	»	»	»	»	9
Main-d'œuvre.	{	Frais de main-d'œuvre pour la fonte.....	113	13	6	»	»	142	4	»
		<i>Idem</i> pour le grillage des mattes.....	28	14	6	»	»	»	»	»
Somme totale des frais.....						6485	»	3		

#### D'où l'on déduit pour 100 quintaux de Leipsick :

Minerais et produits ajoutés.	{	Matte de plomb grillée.....	100,00	qx. v. fic.	360	7	9	th. gros. pf.
		Litharges, 1 <sup>re</sup> variété.....	9,54	.....	42	22	5	
		Litharges, 2 <sup>e</sup> variété.....	1,31	.....	4	14	1	
		Fonds de coupelle.....	2,98	.....	11	1	9	
		Scories de la reviv. des litharges.	3,57	.....	»	»	»	
		Crass. de liquation du plomb..	2,15	.....	3	18	3	
Comb. pour la fonte.	{	Coke.....	77,93	scheff....	29	5	4	} 33 21 »
		Charbon de bois.....	8,59	korb....	4	15	8	
Comb. pour le grillage des mattes.	{	Bois flotté.....	0,22	schrags...	1	19	8	} 4 7 8
		Houille maréchale.....	3,28	scheff....	2	1	6	
		Houille schisteuse.....	0,87	scheff....	»	10	6	
Main-d'œuvre.	{	Frais de main-d'œuvre pour la fonte.....	8	6	6	»	»	} 10 8 6
		<i>Idem</i> pour le grillage des mattes.....	2	2	»	»	»	
Somme totale des frais.....						472	7	8

(1) Les valeurs fictives qui ne sont pas indiquées dans ces tableaux et dans ceux qui suivent ont été déjà données précédemment.

Données des tableaux précédens en mesures françaises.

		Plomb.		Cuivre.		Argent.	
qx.m.	kilog.	qx.	kil.	qx.	kil.	kil.	gr. cent.
683	19	Matte de plomb, conten.	68	33	»	»	91 649 60
61	20	Litharges, 1 <sup>re</sup> . variété..	55	09	»	»	»
3	98	Idem, 2 <sup>e</sup> . variété.....	3	42	»	»	»
8	96	Idem, 3 <sup>e</sup> . variété.....	7	35	»	»	»
20	39	Fonds de coupelle.....	15	31	»	»	637 53
24	38	Scories de la revivific..	2	44	»	»	»
14	69	Crasses de liquation....	11	04	»	»	»
19	90	Crasses de fonte.....	2	»	»	»	621 98
176	15	Scor. de la Halsbrücke.	»	»	»	»	»
1012	84	Somme de lit de fusion.	164	98	»	»	92 909 11

## Production.

153	26	Plomb d'œuvre.....	152	46	»	»	79 116 58
139	33	Matte cuivreuse.....	»	»	»	»	13 061 70
17	42	Crasses.....	1	74	»	»	0 544 24
702	62	Scories.....	7	02	»	»	2 744 51
		Somme.....	161	22	»	»	95 467 03
		Perte.....	3	76	»	»	»
		Gain.....			2		557 92

## Consommation en combustible.

	m. cub.
Charbon de bois.....	35,415
Coke.....	107,822
Bois.....	20,837
Houille maréchale....	4,534
Houille schisteuse....	1,209.

## Frais.

Produits chargés.	Matte de plomb.....	100 qx.m.	2789 fr.	96 c.	} 3281 f. 07 c.
	Litharges.....	9,54	332	31	
	Idem.....	1,31	35	48	
	Fonds de coupelle..	2,98	85	74	
	Scories de la rev..	3,57	»	»	
	Cras. de liquation..	2,15	29	11	
Comb. p <sup>r</sup> . la fonte.	Crasses de fonte..	2,91	8	47	} 262 f. 26 c.
	Scor. de la Halsbr.	25,78	»	»	
Comb. p <sup>r</sup> . le grillage des matt.	Coke.....	15,898 m.c.	226	25	} 33 f. 43 c.
	Charbon de bois..	5,179	36	01	
	Bois flotté.....	0,307	14	08	
Main-d'œuvre.	Houille maréchale.	0,669	15	97	} 79 f. 55 c.
	Houille schisteuse.	0,177	3	38	
	Main-d'œuv. p <sup>r</sup> . la fonte.....		64	03	} 79 f. 55 c.
	Id. pour le grillage de la matte.....		15	52	
	Somme totale des frais.....				3656 f. 31 c.

La théorie de la fonte des mattes de plomb ne diffère pas sensiblement de celle de la fonte de plomb, il arrive seulement que les produits chargés étant plus cuivreux, il en est de même de ceux que l'on obtient; le cuivre se concentre dans la matte et le plomb d'œuvre, mais passe principalement dans la matte à l'état de sulfure.

La matte cuivreuse est grillée en petits tas de 40 à 60 quintaux. On n'emploie comme combustible qu'une couche de bois : elle reçoit rarement au-delà de 13 à 14 feux.

On ne cherche pas ordinairement, dans le grillage des schlichs ou des mattes de cuivre, à chasser tout le soufre en multipliant les opérations et augmentant la chaleur, parce que, si l'on traitait un mélange composé presque uniquement d'oxide de cuivre et d'oxide de fer, il serait difficile de ne pas perdre beaucoup d'oxide de cuivre dans les scories. A l'usine de la Halsbrücke, le grillage est cependant poussé assez loin, car on obtient immédiatement à la fonte beaucoup de cuivre noir et fort peu de matte mince (*kupferleg*).

Fonte en cuivre noir (*schwarzkupferarbeit*).

Je n'ai pas assisté au travail dit fonte en cuivre noir (*schwarzkupferarbeit*), qui n'a lieu que très-rarement. Je ne présenterai donc également sur ce sujet que les détails qui m'ont été donnés par les chefs et ouvriers de l'usine.

Le fourneau est préparé comme pour la fonte en mattes crues, avec cette seule différence qu'on le rend plus étroit dans le voisinage de la tuyère, afin de produire une plus haute température ; on donne plus de vent encore que dans la fonte en mattes crues. Le lit de fusion est compo-

Théorie de la fonte des mattes de plomb.

Grillage de la matte cuivreuse.

Fonte en cuivre noir (*schwarzkupferarbeit*).

sé de *mattes cuivreuses grillées, de mattes minces grillées*, provenant du même travail, et de *scories de la Halsbrücke*; les scories y entrent en une proportion comprise entre un tiers et un demi. Elles augmentent, dans toutes les opérations où on les emploie, la masse stérile à fondre; mais elles sont nécessaires pour donner à la masse fondue la fluidité la plus convenable pour la séparation des produits, et principalement dans les cas semblables à celui de la fonte des mattes de cuivre, où la marche du travail est très-rapide, et le repos des produits liquides dans le creuset très-court.

Conduite du travail. Le travail du cuivre noir doit être conduit très-chaudement; le moindre refroidissement dans le fourneau entraînerait la solidification du bain de cuivre. Le fourneau allant bien, le nez est court (3 pouces environ) et peu incliné; l'œil est tenu constamment fermé; la flamme sort avec vivacité sous la poitrine; la scorie coule très-fluide. Le travail en cuivre noir attaque si fortement les parois du fourneau, que la durée des campagnes n'est que de quatre à huit jours au plus.

Voici le tableau d'une fonte en cuivre noir :

Tableau de la consommation et de la production. On a passé en une semaine, dans un seul fourneau :

	PAR QUINTAL.			EN TOTALITÉ.			
	plb.	cuiv.	arg.	pl.	cuiv.	arg.	
Fonte en quint.	liv.	liv.	loths.	qx.	liv.	qx.	liv.
cuivre noir, en mesures allemandes.	370						
Mattes cuivr., grillées à 20 feux, contenant.....	»	»	»	»	»	»	98 2 »
Mattes minces, grillées à 10 feux, contenant.....	»	»	»	»	»	»	40 » »
Scories de la Halsbrücke.	»	»	»	»	»	»	» » »
750 Somme.....	»	»	»	»	»	»	138 2 »

## Production.

	PAR QUINTAL.			EN TOTALITÉ.			
	plb.	cuiv.	arg.	plb.	cuiv.	arg.	
quint.	liv.	liv.	loths.	qx.	liv.	mc.	loths.
148 Cuivre noir, contenant....	»	»	»	»	»	»	92 52½ 97 5 3
170 Matte mince.....	»	»	»	»	»	»	4 2 8 »
530 Scories.....	»	»	»	»	»	»	4 » »
Somme.....	»	»	»	»	»	»	92 52½ 143 13 3

## Consommation en combustible.

Charbon de bois.....	3 vag.	1 korb.
Coke de Dœhlen.....	248	scheffels.
Bois.....	7	schrägen.

## Frais.

	ARGENT.				
	mc.	loths	th.	gr. pf.	
Produits chargés.	Mattes, à 2 th. 7 gr. le qal. et 14 gr. 8 pf. par loth d'arg.....	370 q. cont.	98	2 v. f.	1780 2 6
	Mattes minces, à 7 th. 7 gr. le qal. et 12 gr. 3 pf. par loth.....	160	40	»	1493 8 »
	Scories de la Halsbrücke.	320	»	»	» » »
	Somme du lit de fusion.	750	138	2	3273 10 6
C <sup>e</sup> . pour la fonte.	Charbon de bois.....	3 v. 1k. v. p.	20	1	118 5 »
	Coke, à 9½ gr. le schef....	248 sch.	98	4	» » »
C <sup>e</sup> . pour grillage des mattes.	Bois.....	7 schr.	58	8	58 8 »
Main-d'œuvre.	Frais de main-d'œuvre p <sup>r</sup> . la fonte...		30	5	41 6 »
	Idem pour le grillage des mattes.....		11	1	» » »
Somme totale des frais.....			3491	5 6	

D'où l'on déduit, pour 100 quintaux de Leipsick :

	th. gros. pf.				
	th.	gros.	pf.		
Produits chargés.	Mattes.....	100 qx. v. f.	481	2 7	884 17 1
	Mattes minces.....	43,25	403	14 6	» » »
	Scories de la Halsbrücke.	86,50	»	»	» » »
Comb. p <sup>r</sup> . la fonte.	Charbon de bois.....	1,00 k. v. p.	5	10	31 22 9
	Coke de Dœhlen.....	67,03 sch.	26	12 9	» » »
C <sup>e</sup> . p <sup>r</sup> . le grillage des mattes.	Bois.....	1,89 schr.	15	18 4	15 18 4
Main-d'œuvre.	Frais de main-d'œuvre pour la fonte..		8	3 11	11 3 6
	Idem pour le grillage des mattes.....		2	23 7	» » »
Somme totale des frais.....			943	13 8	

Données des tableaux précédents en mesures françaises.

*Produits passés dans un seul fourneau en une semaine.*

	Plomb.		Cuivre.		Argent.	
	qx.	ki.	qx.	ki.	ki.	gr. cent.
184 11 Matte cuivreuse, cont.	»	»	»	»	24	412 94
79 62 Matte mince.....	»	»	»	»	9	951 77
159 23 Scor. de la Halsbr.	»	»	»	»	»	»
122 96 Somme.....	»	»	»	»	34	364 71

*Production.*

73 64 Cuivre noir.....	»	»	46	03	24	222 46
84 59 Matte mince.....	»	»	»	»	10	573 75
263 72 Scorie.....	»	»	»	»	1	030 16
Somme.....	»	»	»	»	35	826 37
Gain.....	»	»	»	»	1	441 66

*Consommation en combustible.*

		mét. cub.
Pour la fonte. { Charbon de bois.....	11,105	
{ Coke de Döhlen.....	24,990	
P <sup>r</sup> . gr. des mat. Bois.....	48,616	

*Frais.*

		fr. cent.	fr.	c.
Produits chargés.	Matte cuivreuse.....	100 qx.m.	3725 21	6850 29
	Matte mince.....	43,25	3125 08	
	Scories de la Halsbrücke.	86,50	»	
C <sup>c</sup> . pour la fonte.	Charbon de bois.....	0,603 m.c.	41 93	247 35
	Coke de Döhlen.....	13,729	205 42	
C <sup>c</sup> . p <sup>r</sup> . le grillage des matt.	Bois.....	16,385	122 05	122 05
	Main-d'œuv. pour la fonte....	63 19	56 28	
d'œuv. { Idem pour le grillage des mattes....	23 99			

Somme des frais..... 7275 97

La matte mince qui provient de ce travail est grillée en tas, comme la matte cuivreuse, à 10 ou 12 feux, et repassée dans le même travail; le cuivre noir est liquaté et raffiné à l'usine de *Grünenthal*, que je n'ai pas visitée.

Le travail en fonte de cuivre étant très-pénible, les ouvriers reçoivent des suppléments de paie.

*Coupeellation du plomb d'œuvre ;  
Dimensions du fourneau.*

	annes.	pouces.	mètres.
Diamètre de la sole.....	4	20	2,685
Hauteur du mur qui l'entoure au-dessus du cercle qui limite la coupelle.....	»	8	0,185
Plus grande distance du chapeau à la coupelle.....	1	2	1,018
Hauteur du pont au-dessus de la grille.....	»	5	0,116
Distance du pont à la voûte qui le recouvre.....	»	10	0,231
Longueur du pont et de la grille..	2	12	1,389
Largeur du pont.....	»	12	0,278
Largeur de la grille.....	»	22	0,509
Écartement des barreaux.....	»	3	0,069

La coupelle commence à la partie supérieure du pont; ses dimensions sont données en partie dans ce qui précède et seront complétées par ce qui suivra.

La coupeellation a lieu, depuis quelques années seulement, à Freyberg, sur des coupelles de marne. L'opération commençant à deux heures du matin, on bat la marne pulvérisée, tamisée, séchée, etc., sur la sole en briques et l'on donne à la surface une forme approchant de celle d'une calotte sphérique, mais en différant cependant par la position du point le plus bas qui se rapproche davantage de la tuyère. On sèche avec autant de soin que possible cette coupelle en la frottant avec de la poussière de vieille coupelle. Du point le plus bas comme centre, on décrit un cercle de 11 pouces (1) de rayon, et l'on creuse

(1) Dans ce cas particulier, le gâteau d'argent devait peser environ 100 marcs. Le gâteau devant être de 200 marcs, le diamètre serait 1 aune 9 pouces, pour 1000 marcs 2 aunes 4 p<sup>o</sup>.

Coupeellation du plomb d'œuvre.

Préparation de la coupelle.

d'un demi-pouce la coupelle dans toute l'étendue de la surface de ce cercle, afin de ménager une place pour le gâteau d'argent. La distance du centre de ce cercle au plan horizontal à la hauteur duquel se termine la surface courbe, est de six pouces et demi.

Opération.

La coupelle étant achevée à cinq heures, on la couvre de plomb. On met le chapeau; on donne le vent, d'abord faiblement; on fait un feu de bois sur le plomb même et à l'extrémité de la grille; on entretient le feu sur le bain en l'augmentant graduellement sur la grille. Le plomb ne tarde pas à entrer en fusion. Cinq heures dix minutes après le commencement de l'opération, le bain est presque entièrement liquide; la grille est couverte de bois; la flamme traverse le fourneau; l'ouvrier découvre le bain de charbons; les *abzugs* ou premières crasses se forment; l'ouvrier augmente un peu le vent, et retire les *abzugs* de temps en temps avec son râble. Vers les onze heures, neuf heures après l'opération commencée, paraissent les *abstrichs*; on augmente encore un peu le vent et on couvre la grille de combustible: peu-à-peu la nature des *abstrichs* change. A deux heures et demie, on commence à recueillir les mauvaises litharges, on augmente encore le vent; mais on ralentit le feu. A trois heures, on ajoute quelques pains de plomb solide, et on continue ainsi de deux heures en deux heures jusqu'à ce que l'on ait chargé en totalité de 100 à 102 quintaux. A quatre heures, les litharges deviennent de bonne qualité; on en recueille de semblables jusqu'au lendemain à huit heures du matin. On augmente graduellement la chaleur vers le terme de l'opération, afin de tenir toujours le bain en fu-

sion. On rassemble à la fin les litharges dans une cavité creusée dans la coupelle même. A neuf heures, trente-deux heures après l'opération commencée, l'éclair a lieu. On jette de l'eau chaude sur le gâteau d'argent, on le retire, et on le porte au magasin.

On coupelle rarement à Freyberg des plombs d'œuvre renfermant au-delà de 30 loths d'argent par quintal. Il passe alors trop de métal fin dans les litharges et dans la coupelle; rarement aussi en coupelle-t-on qui en contiennent moins d'un marc; ordinairement on ne soumet à cette opération que des plombs de 18 à 20 loths. On assortit les plombs d'œuvre riches et pauvres, peu cuivreux et très-cuivreux. Le cuivre favorise la scorification.

Les produits obtenus sont l'argent de coupelle, les litharges, *abstrichs*, *abzugs* et fonds de coupelle. L'argent de coupelle, raffiné dans la ville même, ainsi que nous le décrirons, est converti alors en *argent raffiné* dit *brandsilber*, qui n'est pas encore tout-à-fait pur. Aussi les tableaux que nous allons donner indiquent-ils les quantités de *brandsilber* et argent fin *feinsilber* que l'on a calculées l'une, d'après les pesées faites après le raffinage à Freyberg, l'autre, d'après des essais en petit.

A chaque fourneau de coupelle sont attachés un maître coupelleur (*abtreiber*) et un aide (*aschknecht*). Le maître coupelleur reçoit par quintal de plomb coupellé 8 pfeunings (6 fr. 10 c.); il doit, là-dessus, payer à son aide 18 gros (2 fr. 80 c.) par opération, et aux brouetteurs qui l'aident à charger le plomb sur la coupelle, 3 gros (0,48).

Voici le tableau d'une opération :

Richesse des  
plombs cou-  
pelés à  
Freyberg.

Tableau  
de la con-  
sommation  
et de la pro-  
duction.  
Mesures alle-  
mandes.

## Charge.

	PAR QUINTAL.		EN TOTALITÉ.			
	plomb.	argent.	plomb.	argent.		
	liv.	loths.	qx.	liv.	mes.	loths. q.
Plomb d'œuvre, en 351 pains, contenant.....	99,5	16,35	100	73 $\frac{1}{2}$	103	8 »

## Production.

	Argent raffiné.		Argent fin.	
	marcs.	loths. q.	mes.	loths. q.
109 marcs 8 loths arg. de coupelle, qui ont donné.....	102	15 1	contenant	100 8 2 $\frac{3}{4}$

	PAR QUINT.		EN TOTALITÉ.			
	plomb.	argt.	plomb.	argent.		
	liv.	loths.	qx.	liv.	mes.	loths. q.
» qx. Lith. rouges de potiers, contenant.....	»	»	»	»	»	»
19 .. Lit. jaunes de potiers....	90	»	17	10	»	»
34 .. Lith. noires de potiers ..	90	»	30	60	»	»
15 .. Lith. à revivifier.....	90	»	13	50	»	»
16 .. Litharges pauvres.....	85	»	13	60	»	»
5 .. Abstrichs.....	70	»	3	50	»	»
89 .. Somme.....			78	30	»	»
22 .. Fonds de coupelle, cont.	70	1	15	40	1	6 »

Somme.....	93	70	1	6	»
Perte.....	7	3 $\frac{1}{4}$	»	9	1 $\frac{1}{4}$

## Consommation.

Marne.....	13 quintaux.
Bois.....	$\frac{3}{4}$ schragen.

Frais (d'après une moyenne de vingt opérations).

	Argent.			
	mes.	loths.	thal.	gr. pf.
Plomb d'œuvre, à 5 th. par gal., et 17 g. p <sup>r</sup> . lth. d'arg.	100 qx.	cont.	114 »	val. f. 1702 » »
Bois.....	$\frac{3}{4}$ schragen...			6 6 »
Marne, à 4 $\frac{1}{2}$ th. les 100 qx.	13 quint.			» 14 »
Frais de main-d'œuvre.....				2 18 8
Total des frais.....			1801	» 8

## Charge.

	Plomb.		Argent.	
	qx.	kilo.	kilo.	gr. centig.
50,38 qx. Plomb d'œuvre, contenant.	50	12	25	750 21

## Production.

	Argent raffiné.		Argent fin.	
	kil. gram.	cent.	kil. gram.	cent.
27 kil. 242 gram. 97 cent. arg. de coupelle, qui ont donné.....	25	614	16	cont. 25 014 52

	Plomb.		Argent.	
	qx.	kil.	kil.	gr. c.
» » qx. mét. Litharges rouges, cont.	»	»	»	»
9,46 ..... Litharges jaunes.....	8	51	»	»
16,92 ..... Litharges noires.....	15	23	»	»
7,46 ..... Litharges à revivifier...	6	72	»	»
7,47 ..... Litharges pauvres.....	6	77	»	»
2,49 ..... Abstrichs.....	1	74	»	»
43,80 ..... Litharges et abstrichs...	38	97	»	»
10,94 ..... Fonds de coupelle....	7	67	»	342 09

Somme.....	46	64	»	25 356 61
Perte.....	3	48	»	»

## Consommation.

Marne.....	6 quintaux	47 kilog.
Bois.....	5 <sup>m</sup> . cub.	209

Frais pour 100 quintaux métriques.

Plomb d'œuvre.....	100 quint. métriq.	13875 fr.	45 c.
Bois.....	10,47 mètr. cubes.	48	39
Marne.....	13 quintaux....	4	51
Frais de main-d'œuv.....		21	50

Somme totale des frais..... 13949 85

## Raffinage de l'argent de coupelle.

Le raffinage de l'argent de coupelle a lieu dans des coupelles formées avec un mélange d'une partie de chaux et de deux parties de cendres de bois dur. Le diamètre supérieur de la coupelle est, pour 20 marcs d'argent à raffiner, 1<sup>m</sup>,30; pour 30 marcs, 1<sup>m</sup>,62; pour 40 marcs, 1<sup>m</sup>,95; pour 50 marcs, 2<sup>m</sup>,27; pour 60 marcs, 2<sup>m</sup>,60.

Données des  
tableaux pré-  
cédents en  
mesures  
françaises.

Raffinage de  
l'argent de  
coupelle.



L'opération a lieu sous un simple manteau de cheminée et à l'aide du vent horizontal d'un soufflet, dont la buse est placée à quelques lignes au-dessus du bain. La cheminée est munie de chambres de condensation. Un feu de bois est dirigé de manière que le métal soit toujours tenu en fusion. On évite une chaleur plus élevée que celle qui est absolument nécessaire pour atteindre ce point. L'essayeur prend de temps à autre des essais, avec une petite tige recourbée, à laquelle s'attache un dé d'argent. Le raffinage est achevé lorsque l'espèce de voile noir qui descend le long de la goutte pendant le refroidissement, s'abaisse bien uniformément, et que le dé refroidi est d'un blanc parfait.

Point auquel on s'arrête dans le raffinage de l'argent de coupelle. L'argent de coupelle ne doit être raffiné que jusqu'à ce que l'argent dit *brandsilber* renferme 15 loths et 3 quentchen par marc (16 loths) de fin. L'aspect du dé indique qu'on a dépassé ce terme.

Conduite du feu. La conduite du feu, dans cette opération, est tout-à-fait la même que dans l'essai d'argent.

Addition de cuivre dans certains cas. Quand l'argent de coupelle contient beaucoup de plomb, on ajoute du cuivre pour favoriser l'oxidation du plomb. Cette addition de cuivre varie entre 1 loth et 1 loth  $\frac{1}{2}$ . Quand, au contraire, l'argent de coupelle, comme celui qui provient des minerais amalgamés, contient beaucoup de cuivre, on ajoute du plomb.

Poussières condensées. Il y a deux chambres de condensation l'une au-dessus de l'autre. On y rassemble, tous les trimestres, environ 13 livres de poussière. La poussière de la chambre inférieure contient :

Si elle est ramassée près du mur de tuyère, environ 5 marcs d'argent par quintal, et loin de

ce mur, 3 marcs. Celle de la chambre supérieure, qu'elle soit ramassée près ou loin du mur de tuyère, en contient de 1  $\frac{1}{2}$  à 2 marcs.

Une opération que j'ai suivie, dans laquelle on avait opéré sur 42 marcs 14 loths, a duré deux heures. Il faut deux fois plus de temps pour raffiner l'argent cuivreux provenant des minerais amalgamés, que pour raffiner l'argent provenant des minerais traités à la fonderie.

On consomme pour raffiner 100 marcs (24<sup>kil</sup>,839), 3 pieds cubes (0<sup>m.c.</sup>,064) de charbon et 12 pieds cubes (0<sup>m.c.</sup>,257) de bois. Le soin du raffinage de l'argent de coupelle est confié à un officier de l'usine appelé *feinbrennery*. Il est aidé par un garçon de laboratoire.

La revivification des abstrichs a lieu dans un demi-haut-fourneau, dont voici les dimensions :

	avec, pour	mètres.	
De la sole au niveau de la tuyère..	1	9	0,764
De la tuyère à l'extrémité du mur de charge..	3	18	2,033
De l'extrémité du mur de charge au haut de la cheminée . . . . .	2	12	1,538
Largeur. 1. Sur la sole :			
a. contre le mur de devant . . . . .	»	21	0,486
b. contre le mur de tuyère . . . . .	1	2	0,602
2. Au niveau de tuyère :			
a. contre le mur de dev. »	»	21	0,486
b. cont. le mur de tuyère 1	1	16	0,926
3. Au niveau du gueulard :			
a. contre le mur de dev. 1	»	»	0,556
b. cont. le mur de tuyère 1	1	2	0,602
Profondeur ou longueur :			
1. sur la sole . . . . .	1	21	1,042
2. au niveau de la tuyère 2	2	2	1,157
3. au niv. du gueulard. 1	1	9	0,764

Le creuset du fourneau est préparé avec de la

Durée de l'opération et consommation.

Revivification des abstrichs. —  
Forme et dimensions du fourneau.

brasque comme pour les autres fontes. On donne un demi-pouce de plongée à la tuyère, et on la recule de 4 pouces un quart de la verticale partant du milieu du mur de tuyère. On tient le nez très-court. Les scories sont repassées jusqu'à ce qu'elles soient suffisamment appauvries.

Liquation du plomb impur.

Le plomb, qu'il provienne de la revivification des abstrichs ou de celle des litharges, est liquaté. Les pains de plomb sont pour cela amoncelés sur un bûcher, que l'on élève au haut de la voie des scories; le métal liquéfié coule à travers les charbons sur cette voie, et se rend dans les bassins, où on le recueille pour le verser dans les moules.

Revivification des litharges.

La réduction des litharges a lieu à-peu-près de la même manière que celle des abstrichs.

Voici les tableaux de la consommation et de la production:

Tableau de la consommation et de la production (réduction des abstrichs) en mesures allemandes.

On a passé, dans un seul fourneau, en 142 heures:

	PAR QUINT.		EN TOTALITÉ.			
	plomb.	arg.	plomb.	argent.		
qx.	liv.	loths.	qx.	liv.	mc.	loths.
260 Abstrichs, contenant.....	70	»	182	»	»	»
66 Litharges.....	90	»	59	40	»	»
15 Scories de la Halsbrucke...	»	»	»	»	»	»
Somme.....	»	»	241	40	»	»

Production.

236 Plomb d'abstrichs.....	»	»	236	»	»	»
Perte.....	»	»	5	40	»	»

Consommation en combustible.

Charbon de bois tendre, 7 vag. 2 korb.

On a liquaté :

	PAR QUINTAL.		EN TOTALITÉ.		
	plomb.	argent.	plomb.	argent.	
qx.	liv.	loths.	qx.	liv.	l.
236 Plomb d'abstrichs, conten..	100	»	236	»	»
Production.					
220 Plomb liquaté.....	100	»	220	»	»
16 Crasses (saigerdormer)....	72	»	11	52	»
Somme.....	»	»	231	52	»
Perte.....	»	»	4	48	»

Consommation en combustible.

Bois tendre... schragen.

Les frais ont été pour la réduction de 100 quintaux de Leipsick :

	th.	gr.	pf.
Abstrichs, à 1 1/2 th. le gal. 100 qx. v. fict.)	125	»	»
Litharges.....	25,4	114	8
Scor. de la Halsbrucke.....	5,8	»	»
Charbon de bois.....	2 v. 9 k. v. p.	18	7 6
Frais de main-d'œuvre.....	5	9	7

Somme totale des frais..... 263 1 1

Les frais ont été, pour la liquation, de 100 quintaux de Leipsick :

	th.	gr.	pf.
Plomb d'abstrichs, à 2 th. et 13 gr.			
le quintal.....	100 qx. v. fict....	254	4
Bois.....	9,192 schr. v. payé	14	5
Frais de main-d'œuvre.....		1	2
Somme.....		269	11

Produits passés dans un fourneau en 142 heures : Données des

quint.	kil.		Plomb.		Argent.	
			qx.	kil.	kil.	gr. centig.
129	38	Abstrichs contenant.	90	57	»	»
32	85	Litharges.....	29	56	»	»
7	47	Scories de la Halsbr:	»	»	»	»
169	70	Somme.....	120	113	»	»

tableaux précédens en mesures françaises.

Production.

117	44	Plomb d'abstrichs....	117	44	»	»
		Perte.....	2	69	»	»

Consommation en combustible.

Charbon de bois..... 25 m. cub., 811.

On a liquaté :

quint. kil.		Plomb.		Argent.		
		qx.	kil.	kil.	gram.	centig.
117	44 Plomb d'abstrichs....	117	44	"	"	"
<i>Production.</i>						
109	47 Plomb liquaté.....	109	47	"	"	"
7	97 Crasses (saigerdornier)	5	73	"	"	"
Somme.....		115	20	"	"	"
Perte.....		2	24			

*Consommation en combustible.*

	mèt. cubes.
Bois.....	3, 472.

Les frais de réduction ont été, pour 100 quintaux métriques :

	fr.	cent.
Abstrichs.....	100	967 85
Litharges.....	25,4	885 28
Scories de la Halsbrucke.	5,8	" "
Charbon de bois.....	19,899m. cub.	141 78
Frais de main-d'œuvre.....		48 79

Somme totale des frais..... 2043 70

Les frais de liquation :

	fr.	cent.
Plomb d'abstrichs.....	100	1968 00
Bois.....	2,680 m. cub.	12 38
Frais de main-d'œuvre.....		6 81

Somme totale des frais..... 1987 19

Nous donnerons enfin un exemple de la réduction des litharges avec coke et charbon de bois.

Dans un seul fourneau, on a passé en 142 heures :

quint.		PAR QUINT.		EN TOTALITÉ.				Tableau de la consommation et de la production (fonte des litharges) en mesures allemandes.
		plb.	argent.	plomb.	argent.	plomb.	argent.	
400	Litharges, contenant..	90	"	360	"	"	"	"
<i>Production.</i>								
336	$\frac{1}{4}$ Plomb impur.....	100	"	336	25	"	"	"
64	Scories.....	30	"	19	20	"	"	"
Somme.....				355	45			
Perte.....				4	55			

*Consommation en combustible.*

Charbon de bois de souche...	4 vag. 5 korb.
Coke.....	34 scheffels.

On a liquaté :

	PAR QUINT.		EN TOTALITÉ.			
	plb.	argent.	plomb.	argent.	plomb.	argent.
336 Plomb impur, conten...	100	"	336	25	"	"
<i>Production.</i>						
327 $\frac{1}{2}$ plomb marchand, cont..	100	"	327	60	"	"
Perte.....			8	75		

*Consommation en combustible.*

Bois.....	$\frac{1}{2}$ schragen.
-----------	-------------------------

Les frais de réduction, pour 100 quintaux de Leipsick, ont été :

	th.	gros.	pfen.
Litharges.....	100	450	" "
Charb. de bois de souche, à 6 th. 18 gr. le vagen..	13,25 korb. v. p.	7	10 10
Coke.....	8,5 scheff.	3	8 9
Frais de main-d'œuvre.....		5	13 "

Somme totale des frais..... 466 8 7

Les frais de liquation ont été :

Plomb impur, à 6 th. le gal.	100	600	"
Bois.....	0,15 sc. v. p.	1	5 9
Frais de main-d'œuvre.....		1	9 "

Somme totale des frais..... 602 14 9

Donné du tableau précédent en mesures françaises.

*Produits passés, équivalant au travail d'un fourneau en 144 heures.*

		Plomb.		Argent.		
qx. m.	kil.	qx.	kilo.	kilo.	gr.	centig.
190	04	Litharges contenant..	179	14	»	»
<i>Production.</i>						
167	32	Plomb impur.....	167	32	»	»
31	85	Scories.....	9	56	»	»
Somme.....		176	88	»	»	»
<i>Consommation en combustible.</i>						
		m. cubes.				
Charbon de bois de souche.....		15,907				
Coke.....		3,426				

On a liquaté :

		Plomb.		Argent.		
qx. m.	kil.	qx.	kilo.	kilo.	gr.	centig.
167	20	Plomb impur.....	167	20	»	»
<i>Production.</i>						
162	71	Plomb marchand.....	162	71	»	»
Perte.....		4	49			
<i>Consommation en combustible.</i>						
		m. cubes.				
Bois.....		3,472				

Les frais de réduction ont été pour 100 quintaux métriques :

Litharges.....	100 qx. mét.	3484 fr.	35 c.
Charbon de bois..	7,989 m.cub.	57	69
Coke.....	1,734.....	26	04
Frais de main-d'œuvre.....		42	89
Somme totale des frais.....		3610	97

Les frais de liquation :

Plomb.....	100 qx. mét.	4645 fr.	83
Bois.....	2,094 m.cub.	9	59
Frais de main-d'œuvre.....		10	63
Somme totale des frais.....		4666	02

*Généralités.*

La perte en métal qui a lieu dans les divers travaux des fonderies de Freyberg ne peut pas s'estimer aisément, parce que, d'après les conditions établies pour la vente et l'achat des schlichs, les livres de l'usine n'en indiquent pas le contenu exact. D'après M. de Villefosse (voyez la *Richesse minérale*), cette perte paraît être considérable.

Dans un des trimestres de l'année 1826, les frais généraux ont été ainsi répartis :

Aux officiers de l'usine.....	336 th.	14 gr.	» pf.
Frais de laboratoire.....	103	22	»
Frais de mesurage de charbon, de lavage, etc.....	131	13	4
Frais de forgeage.....	73	2	6
Frais divers : charpentiers, maçons, malades, diverses réparations, etc.....	1539	9	10
TOTAL.....		2184	13 8

Ce qui fait pour 100 quintaux de schlichs, en supposant que l'on ait fondu 4500 quintaux en fonte crue et 5000 en fonte de plomb :

Frais d'administration.....	3 th.	13 gr.	» pf.
Frais de laboratoire.....	1	2	3
— de mesurage de charbon et de lavage.....	1	9	3
— de forgeage.....	»	18	5
Aux charpentiers, maçons, malades, etc.....	16	4	11
TOTAL.....		22	23 10

Perte en métal.

Frais généraux d'administration, etc.

En mesures françaises, la quantité de schlichs traités en fonte crue étant 2239 quint. métr. 15 kilog., et en fonte de plomb 2487 quint. métr. 94 kilog., on a pour 100 quint. mét.

Frais d'administration.....	27 fr.	41 c.
Frais de laboratoire.....	8	47
Frais de mesurage de charbon, lavage, etc....	10	71
— de forgeage.....	5	92
Frais divers : charpentiers, maçons, etc....	125	48

TOTAL..... 177 99

Production annuelle des usines de Freyberg.

Dans une année commune, prise sur une moyenne de dix ans (de 1815 à 1824), on a livré aux usines de Freyberg (fonderies et ateliers d'amalgamation) :

quint. liv.		Plomb.		Cuivre.		Argent.	
		qx.	liv.	qx.	liv.	marcs.	loths. q.
85247 $\frac{7}{8}$	5 $\frac{3}{4}$	Minerais maigres d'arg., contenant.	»	»	»	»	35176 15 1
13033 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{4}$	Galènes, 4°. class.	5122 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{3}{4}$	»	»	3790 9 1
10130	6	Galén., 2°. classe.	1621 $\frac{7}{8}$	3 $\frac{1}{4}$	»	»	9561 13 »
1177 $\frac{3}{8}$	10 $\frac{3}{4}$	Minér. de cuivre.	»	»	43 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{5}{8}$	611 9 1
80	7 $\frac{1}{4}$	Crasses.....	14 $\frac{1}{2}$	10	»	2 $\frac{1}{2}$	63 10 »
15059 $\frac{3}{4}$		Pyrites.....	»	»	32 $\frac{1}{8}$	11	237 9 1
124729	4 $\frac{5}{8}$	Minerais.....	6758 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{1}{2}$	78 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{7}{8}$	49442 3 »

On a traité, année commune, y compris les schlichs livrés et ceux provenant des restes en magasin :

quint. liv.		Plomb.		Cuivre.		Argent.	
		qx.	liv.	qx.	liv.	marcs.	loths. q.
124937	10 $\frac{1}{2}$	Minerais, conten.	7416 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{1}{2}$	97 $\frac{1}{2}$	8	50276 15 3

Sur cette quantité, ont été traités dans les fonderies :

quint. liv.		Plomb.		Cuivre.		Argent.	
		qx.	liv.	qx.	liv.	marcs.	loths. q.
63528 $\frac{1}{2}$	10	Minerais, conten.	7416 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{1}{2}$	97 $\frac{1}{2}$	8	22275 3 2

Le reste a été amalgamé.

*En mesures françaises.*

*Livré aux usines.*

qx. m. kil.		Plomb.		Cuivre.		Argent.	
		qx.	kil.	qx.	kil.	kil.	gr. cent.
42418	43	Minerais maigres..	»	»	»	»	8751 825 43
6485	57	Galènes, 4°. classe.	2548	80	»	»	943 074 23
5040	57	Galènes, 2°. classe.	307	09	»	»	2378 924 45
585	15	Minér. de cuivre..	»	»	21	89	152 157 15
39	85	Crasses.....	7	26	1	24	15 337 31
7493	56	Pyrites.....	»	»	16	04	59 108 08
62063	13	Minerais.....	3363	15	39	17	12300 926 65

*Traités.*

62167	22	Minerais, conten..	3690	61	48	55	12508 627 13
-------	----	--------------------	------	----	----	----	--------------

*Réduits à la fonderie.*

31611	06	Minerais, conten..	3690	61	48	55	5541 947 45
-------	----	--------------------	------	----	----	----	-------------

Les essais docimastiques des minerais et produits, à Freyberg, offrent peu de chose qui ne soit connu des personnes qui, en France, s'occupent

Des essais docimastiques.

de docimasie; ils sont faits avec plus de soin qu'au Hartz. Dans l'essai *pour argent* des minerais d'argent ou de plomb, les minerais sont essayés avec ou sans grillage préliminaire, suivant que l'on recherche une plus ou moins grande exactitude dans les résultats. On fait ensuite passer l'argent dans un culot de plomb sous la moufle, par les méthodes connues, et on coupelle le culot. Les essais *pour plomb* se font avec le concours du flux noir et du fer métallique; enfin, les schlichs de cuivre sont essayés *pour cuivre* et *argent*. On fait, pour chacun de ces métaux, un essai à part par les méthodes connues, et on obtient la quantité de cuivre rouge en retranchant la quantité d'argent de celle de cuivre-rossette argentifère.

#### *Fabrication des grenailles.*

Nous terminerons cet article par quelques mots sur la fabrication des grenailles à Freyberg.

La fabrique renferme : 1°. un atelier où l'on refond le plomb d'abstrichs, et où on le réduit en grenailles en le faisant tomber au fond d'un puits dans de l'eau; 2°. un atelier où l'on sépare entre eux les grains de différentes grosseurs, et où on les polit.

On refond le plomb d'abstrichs dans une chaudière en fonte, puis on le verse dans un autre vase en fer, dont le fond est percé d'un grand nombre de petits trous; le plomb, traversant les

trous, tombe au fond d'un puits de la profondeur de 104 aunes (57<sup>m</sup>,78), dans un vase rempli d'eau, où il se réduit en grenailles. On ajoute au plomb de l'arsenic, ordinairement à l'état d'orpiment; la quantité varie entre un tiers de livre et une livre par quintal, suivant que le plomb paraît à l'œil plus ou moins arsenical. On a aussi employé de l'arsenic gris (1), qui coûte moins; mais il en faut davantage, de sorte qu'il y a compensation.

Le plomb est coulé à la température la plus basse possible, presque à celle où il commence à se solidifier. On obtient aussi dans cette fonte beaucoup de crasses (*schrotgekratz*), qui sont ensuite refondues à l'usine.

On use, pour refondre 24 quintaux de plomb de  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{1}{2}$  klafler (2) (de 0<sup>m.c.</sup>,578 à 1<sup>m.c.</sup>,157) de bois, suivant la nature du métal.

Les grenailles de plomb recueillies dans l'eau étant de grosseurs très-différentes, on les assortit en les passant à travers des espèces de cribles formés de plaques de tôle percées de trous de diamètres égaux à ceux des grenailles que l'on veut obtenir. Les grains qui ne sont pas bien ronds sont séparés des autres par des ouvriers, qui font couler le mélange sur une table lisse en bois ou en tôle et un peu inclinée, de façon que les grains parfaitement ronds, roulant bien, descendent en bas de la table et tombent dans une espèce de sac de

(1) D'après Lampadius, mélange d'arsenic métallique et de sulfure.

(2) Le klafler long de 3 aunes, haut de 3 aunes et large de  $\frac{6}{4}$  aune (longueur des bûches) = 108 p. cubes =  $\frac{1}{3}$  schragen = 2<sup>m.c.</sup>,315304.

toile, où on les reçoit; les grains restés sur la table sont refondus; le rebut est ordinairement au moins de la moitié des grenailles fabriquées. On en fait de onze numéros différens.

Les grenailles rondes sont polies dans un tonneau, que l'on fait tourner autour d'un axe horizontal. On met dans le tonneau, avec 2 quintaux de grenailles un huitième de loth de plombagine en poudre; les grenailles sont livrées dans cet état au commerce.

*SUR les expériences métallurgiques qui ont eu lieu dans les fonderies de Freyberg, pour la substitution du coke au charbon de bois;*

PAR M. AUGUSTE PERDONNET,

Ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines.

LA nécessité de ménager les forêts de la Saxe et d'utiliser ses mines de houille a conduit à essayer de substituer le coke au charbon de bois pour le travail du plomb et de l'argent dans les fonderies de Freyberg. Les expériences ont été commencées et conduites avec activité sous l'administration de M. le baron de Herder, directeur général des mines et usines de la Saxe. Les résultats que nous allons présenter ont été extraits des archives de la Direction générale, que M. de Herder a bien voulu mettre à notre disposition avec une extrême complaisance.

I. *Fonte crue* (1).

La première expérience a eu lieu en 1820; on s'est servi d'un fourneau à manche, dont les dimensions étaient les suivantes: Première expérience.

	aunes.	pouces.	mètres.
Largeur au mur de tuyère.	1	8	0, 74
Largeur au mur de devant.	»	21	0, 48
Longueur. . . . .	1	9	0, 76
Distance de la tuyère au gueulard. . . . .	2	22	1, 62
Largeur au gueulard. . . .	1	»	0, 56
Haut. de la tuyère au-dessus de la plaque de devant	»	16	0, 37

(1) Voyez le *Mémoire sur le traitement des minerais de Freyberg au coke.*

Après avoir fondu dix-huit heures de suite au charbon de bois, on commença à charger de petites quantités de coke, que l'on augmenta progressivement pendant huit jours, jusqu'à en venir à ne plus charger que du coke; ce que l'on continua à faire tout le reste de la campagne.

La marche du fourneau fut bonne, mais on y passa trop peu de minéral relativement à la quantité de combustible.

En quinze jours, on a réduit :

375 quint. Leipsick ( 186 quintaux mét. 60 kil. ) de schlichs

On a obtenu :

171 quint. Leipsick ( 85 quintaux mét. 9 kil. ) de matte crue

On a consommé :

10 vagen ( 36<sup>m</sup>. c. 016 ) de charbon de bois tendre  
et 220 scheffels ( 22<sup>m</sup>. c. 1869 ) de coke.

Deuxième  
expérience.

La deuxième expérience a eu lieu dans un demi haut-fourneau. Dès la première semaine, on a commencé à charger du coke sans mélange de charbon de bois. Dans cette seconde expérience, comme dans la première, les produits ont été plus purs, mais, toutes choses égales d'ailleurs, moins abondants que dans le fourneau allant au charbon de bois. Le résultat sommaire de ces expériences est consigné dans le tableau N<sup>o</sup>. I, page 308.

Troisième  
expérience.

Dans une troisième expérience qui eut lieu en 1821, on s'est encore servi du demi-haut-fourneau, mais en employant pour le travail au coke celui qui avait été chauffé avec du charbon de bois dans l'expérience précédente et *vice versa*; seulement, dans le fourneau au coke, la

tuyère avait été élevée d'un pouce et rendue montante. ( Voyez tableau N<sup>o</sup>. II. )

Enfin, une quatrième expérience a eu lieu également en 1821 dans le fourneau à deux tuyères du Hartz. Le mardi de la première semaine du fondage, on commença à ne charger que du coke : l'allure du fourneau fut bonne; mais, eu égard à la quantité de vent qu'il recevait, celle des schlichs réduits ne fut pas assez grande. Après deux semaines et demie de travail, un manque d'eau arrêta la marche du soufflet et il fallut cesser l'expérience.

Quatrième  
expérience.

On avait réduit :

975 quint. Leipsick ( 485 qx. mét. 15 kil. ) de schlichs.

On a obtenu :

484 qx. Leipsick ( 240 qx. mét. 84 kil. ) de matte.

On a consommé :

5 vagen 6 k. ( 19<sup>m</sup>. c. 808 ) de charbon de bois,  
855 scheffels ( 86<sup>m</sup>. c. 147 ) de coke.

Là se sont terminées les expériences pour la fonte crue.

## II. Fonte de plomb.

Les premières expériences pour la fonte de plomb ont eu lieu en 1821. On a employé un nombre égal de fourneaux allant au charbon de bois et de fourneaux allant au coke et on y a fondu les mêmes charges de schlichs et de produits ajoutés; la disposition des soufflets et de l'intérieur des fourneaux était aussi la même, seulement on a donné un peu plus de vent aux fourneaux à coke.

Il a fallu plus de temps qu'avec le charbon de bois pour fondre une certaine quantité de miné-



rai ; mais on a obtenu plus de plomb, moins de mattes et des scories mieux vitrifiées et plus pures. Pour la fonte de 115 quintaux de minérai, charge ordinaire d'un fourneau en huit jours, le fourneau au coke est resté en arrière de quatre à six heures sur celui qui allait au charbon de bois : son allure, tant que la charge a été convenable, est restée excellente. Il s'est formé très-peu de dépôts dans le creuset, et ceux qu'on a enlevés se sont détachés aisément : aussi, le travail de l'ouvrier a-t-il été diminué, et le nettoyage du fourneau, lors de la mise hors feu, a-t-il été très-facile. (Voyez le tableau N°. III.)

### III. Fonte des mattes de plomb.

Les expériences pour la fonte des mattes de plomb ont marché à peu près comme celles de la fonte de plomb. (Voir le tableau N°. IV.)

En 1821, on n'avait pas encore fait d'expériences pour le travail en cuivre noir. (Voy. plus loin, page 316.)

Conséquences des expériences précédentes. Les différences que l'on observe en comparant l'emploi du coke à celui du charbon de bois sont les suivantes.

#### 1°. Dans la fonte crue :

(a) Une fusion plus parfaite des schlichs, moins de dépôts (*gescher* ou *gehratz*) et des dépôts mieux fondus ; beaucoup moins de scories impures ;

(b) Une décomposition plus complète de la blende, des composés arsenicaux et des pyrites ferrugineuses en excès ;

(c) Une réduction ou purification plus parfaite des scories de plomb ajoutées au schlich ;

(d) La production d'une matte plus com-

pacte dans sa cassure, plus pure et plus riche en argent et en plomb ;

(e) La production d'une scorie légère, parfaitement vitrifiée, contenant autant d'argent, mais moins de plomb ;

(f) La réduction d'environ 50 quintaux de minérai de moins en quinze jours.

(g) L'effet de 1 vagen de charbon de bois a été égal à celui de  $14\frac{1}{2}$  scheffels de coke, ou, si l'on tient compte de quelques circonstances particulières, égal à celui de 15 scheffels. En mesures françaises,  $3^{\text{m.c.}}$ , 602 de charbon de bois =  $1^{\text{m.c.}}$ , 512 de coke.

#### II°. Dans la fonte de plomb :

(a) La fusion d'une quantité très-peu différente de matières en un même temps ;

(b) La production, en plus grande quantité, d'un plomb d'œuvre plus pur et plus riche en argent ;

(c) La production de mattes moins abondantes, plus pauvres en métaux, moins zincifères, et cependant coulant plus fluides, se divisant en plaques plus minces et plus compactes dans la cassure ;

(d) La production de scories parfaitement vitrifiées, plus pauvres en argent et en plomb, d'un excellent emploi dans la fonte crue ;

(e) La formation de beaucoup moins de dépôts et de dépôts plus faciles à détacher ;

(f) L'effet de 1 vagen de charbon de bois, d'après les fontes comparatives, a été égal à celui de  $9\frac{1}{2}$  scheffels de coke, et, d'après la moyenne du travail pendant 20 ans, avec le charbon de bois, égal à  $10\frac{1}{3}$  scheffels de coke, ou, si on tient compte de circonstances défavorables, égal

à 11 scheffels. En mesures françaises, 3<sup>m.c.</sup>,602 de charbon de bois = 1<sup>m.c.</sup>,108 de coke.

III<sup>o</sup>. Dans la fonte des mattes de plomb :

Les résultats ont été généralement les mêmes que dans la fonte de plomb, et il en est résulté que,

(a) On a pu faire marcher les fourneaux quinze jours au lieu de huit sans mettre hors ;

(b) On a eu ainsi économie de combustible pour la réduction d'une certaine quantité de mattes ;

(c) On a obtenu plus de plomb d'œuvre et un plomb d'œuvre plus riche en argent ;

(d) On a obtenu une matre cuivreuse plus pauvre en argent, mais plus riche en cuivre ;

(e) On a obtenu des scories bien vitrifiées, plus pauvres en argent et en plomb, excellentes pour la fonte en mattes crues ;

(f) L'effet de 1 vagen de charbon de bois a été égal à celui de 9  $\frac{1}{2}$  schef. de coke, ou, eu égard aux circonstances défavorables, à celui de 11 scheffels. En mesures françaises, 3<sup>m.c.</sup>,602 de charbon de bois = 1<sup>m.c.</sup>,108 coke.

N<sup>o</sup>. I. — TABLEAU COMPARATIF des fontes d'essai au charbon de bois et au coke, qui ont eu lieu, en 1821, à Freyberg.

FONTE CRUE.	CHARGE.		PRODUCTION.		CONTENU PAR QUINVAL en moyenn.				TEMPS.	CONSUMMATION.
	Schlich. Qx. de Leips.	Scor. de plomb. Qx. de Leips.	Matte crue. Qx. de Leips.	Scories. Qx. de Leips.	MATTES CRUES.	SCORIES.	en moyenn.	en moyenn.		
PREMIERE EXPERIENCE.										
Mesures ALEXANDRES.										
Au charbon de bois.	446	652	253	986 $\frac{7}{8}$	4 $\frac{7}{16}$	8 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{86}$	1 $\frac{17}{36}$	237	31
Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 qx. de schl.	100	146,18	56,72	221,27	»	»	»	»	53,14	7
Au coke.	356	584 $\frac{1}{2}$	211	95 $\frac{5}{8}$	4 $\frac{3}{8}$	8 $\frac{9}{40}$	2 $\frac{1}{86}$	1 $\frac{17}{36}$	237	Coke. Scheffels. 360
Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 q. de schl.	100	158,56	59,27	271,94	»	»	»	»	66,57	101,12
MESURES FRANÇAISES.										
Au charbon de bois.	221,93	324,42	125,89	491,11	0,06492	4,10511	0,00408	0,73256	237	Mètres Décim. cub. 629
Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 qx. de schl.	100	146,18	56,72	221,27	»	»	»	»	106,79	50
Au coke.	177,14	280,89	105,00	481,73	0,06801	4,09266	0,00408	0,69109	237	36
Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 qx. de schl.	100	158,56	59,27	271,94	»	»	»	»	133,72	20

N<sup>o</sup>. 2. — TABLEAU COMPARATIF des fontes d'essai au charbon de bois et au coke, qui ont eu lieu, en 1821, à Freyberg.

	FONTE CRUE. DEUXIÈME EXPÉRIENCE. MESURES ALLEMANDES.	CHARGE.		PRODUCTION.		CONTENU PAR QUINTAL en moyenne.				TEMPS. Heures.	CONSUMMATION.	
		Schlich.	Scor. de plomb.	Matte crue.	Scories.	MATTE CRUE.		SCORIES.			Coke. Scheffels.	
		Qx. de Leips.	Qx. de Leips.	Qx. de Leips.	Qx. de Leips.	Loths d'argent.	Liv. de plomb.	Loths d'argent.	Liv. de plomb.			
Au coke.	Dans le fourneau n <sup>o</sup> . 6, pendant la durée des essais.....	416	648 $\frac{1}{2}$	213 $\frac{1}{2}$	860 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{10}$	10 $\frac{1}{4}$	$\frac{11}{40}$	1 $\frac{5}{64}$	224	388	
	Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 qx. de schl.	100	155,88	51,32	206,85	"	"	"	"	53,85	93,269	
Au charbon de bois.	Dans le fourneau n <sup>o</sup> . 8, pendant la durée des essais.....	477	605	244 $\frac{1}{2}$	801	4 $\frac{9}{10}$	9 $\frac{39}{80}$	$\frac{29}{80}$	1 $\frac{95}{144}$	224	C. de bois tend. Vagen. 36 Korb. 9	
	Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 q. de schl.	100	126,84	51,25	168,13	"	"	"	"	46,98	5,358	
	MESURES FRANÇAISES.	Quint. métriq.	Quint. métriq.	Quint. métriq.	Quint. métriq.	Kilogr. d'argent.	Kilog. de plomb.	Kilogr. d'argent.	Kilog. de plomb.	Heures.	Mètres cubes.	Décim. cubes.
Au coke.	Dans le fourneau n <sup>o</sup> . 6, pendant la durée des essais.....	207,00	322,63	106,24	428,19	0,07930	5,10000	0,04276	0,502	224	39	098
	Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 q. de schl.	100	155,88	51,32	206,85	"	"	"	"	108,21	18	888
Au charbon de bois.	Dans le fourneau n <sup>o</sup> . 8, pendant la durée des essais.....	237,25	301,04	121,66	398,57	0,07619	4,88000	0,01182	0,82000	224	132	338
	Données qui précèdent, rapportées à la fonte de 100 q. de schl.	100	126,84	51,25	168,13	"	"	"	"	04,41	55	779

508

SUBSTITUTION DU COKE

MUSEE S. P. N. 1821. Page 200.

MUSEE S. P. N. 1821. Page 200.

100	155,88	51,32	206,85	"	"	"	"	108,21	18	888
207,00	322,63	106,24	428,19	0,07930	5,10000	0,04276	0,502	224	39	098
237,25	301,04	121,66	398,57	0,07619	4,88000	0,01182	0,82000	224	132	338
416	648 $\frac{1}{2}$	213 $\frac{1}{2}$	860 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{10}$	10 $\frac{1}{4}$	$\frac{11}{40}$	1 $\frac{5}{64}$	224	388	
477	605	244 $\frac{1}{2}$	801	4 $\frac{9}{10}$	9 $\frac{39}{80}$	$\frac{29}{80}$	1 $\frac{95}{144}$	224	C. de bois tend. Vagen. 36 Korb. 9	

CONCLUSION

CONCLUSION

TABEAU COMPARATIF

Des résultats des Fontes d'essai faites à Freyberg au charbon de bois et au coke en 1821, et de ceux de la moyenne du travail pendant 20 ans au charbon de bois.

FONTE DE PLOMB.  MESURES ALLEMANDES.	CHARGE.														PRODUCTION.											CONSOMMATION.												
	SCHLICH.		CONTENU en argent.			MATTE GRUE.	CONTENU en argent.			PRODUITS ajoutés, vorschlage (1)	CONTENU en argent.			PRODUITS ajoutés, Zuschlage	CONTENU en argent.			LIT defusion.		PLOMB d'encre.	CONTENU en argent.			MATTE de plomb	CONTENU en argent.			SCORIES.	CONTENU en argent.			CHARBON de bois tendre.		COKE.	COMBUSTIBLE évalué en charbon de bois.			
	Quin. de Leips.	Livres.	Mars.	Loths.	Quentc.		Quin. de Leips.	Mars.	Loths.		Quentc.	Quin. de Leips.	Mars.		Loths.	Quentc.	Quin. de Leips.	Mars.	Loths.		Quentc.	Quin. de Leips.	Livres.		Quin. de Leips.	Mars.	Loths.		Quentc.	Quin. de Leips.	Mars.	Loths.	Quentc.			Mars.	Loths.	Quentc.
<i>Fontes d'essai comparatives.</i>																																						
En huit jours au charbon de bois...	117	25	61	14	»	60	15	»	»	57 1/4	10	»	3	24 3/4	»	10	»	259	25	68 1/2	82	»	»	15 3/8	4	9	2	165	1	4	2	13	11	»	13	11		
En huit jours au coke.....	117	25	61	14	»	60	15	»	»	57 1/4	10	»	3	24 3/4	»	10	»	259	25	72 1/2	86	10	»	11 3/8	2	6	2	165	1	4	2	1	11	110	10	1		
Moyenne de 20 ans au charbon de bois	118	»	80	4	3	67	18	7	2	55 3/8	15	7	»	20	»	12	»	262	25	65	110	6	»	14	4	10	»	169	1	4	1	12	1	»	12	1		
<i>Différence entre les deux résultats précédens.</i>																																						
Différ. en plus dans la fonte au coke.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1 7/8	»	»	»	4 3/4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		
Différence en moins.....	»	75	19	»	3	7	3	7	2	»	5	6	1	»	»	2	»	3	»	»	23	12	»	2 5/6	2	3	2	4	»	»	1	10	2	»	2	»		
DONNÉES PRÉCÉDENTES EN MESURES FRANÇAISES.	Quin. mètr.	Kil.	Kil.	Gram.	Cent.	Quin. mètr.	Kil.	Gram.	Cent.	Quin. mètr.	Kil.	Gram.	Cent.	Quin. mètr.	Kil.	Gram.	Cent.	Quin. mètr.	Kil.	Quin. mètr.	Kil.	Gram.	Cent.	Quin. mètr.	Kil.	Gram.	Cent.	Kil.	Gram.	Cent.	Mèt. cub.	Déc. cub.	Mètres cub.	Mèt. cub.	Déc. cub.			
<i>Fontes d'essai comparatives.</i>																																						
En huit jours au charbon de bois...	58	34	15	394	15	29,86	3	731	91	33,46	2	499	55	12,30	»	155	50	129	»	33,96	20	401	13	7,63	1	142	90	82,11	»	318	77	50	122	»	50	122		
En huit jours au coke.....	58	34	15	394	15	29,86	3	731	91	33,46	2	499	55	12,30	»	155	50	129	»	36,08	21	551	81	5,67	»	598	6	82,11	»	318	77	6	903	11,085	36	315		
Moyenne de 20 ans au charbon de bois	58	72	19	978	40	33,34	4	594	92	27,54	3	840	76	9,95	»	186	59	133	98	32,35	27	458	67	6,97	1	150	67	84,10	»	314	88	43	519	»	143	519		
<i>Différence entre les deux résultats précédens.</i>																																						
Différ. en plus dans la fonte au coke.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5,92	»	»	»	2,35	»	»	»	»	»	»	3,73	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Différence en moins.....	»	38	4	584	35	3,48	»	863	01	»	1	341	21	»	»	031	09	004	98	»	5	906	86	1,30	»	552	0	1,99	»	»	»	»	»	»	»	»		

(1) Je crois que les produits désignés sous le nom de vorschlage sont ceux que l'on passe pendant le travail avant la coulée, tels que les produits plombifères, etc., et que les produits zuschlage sont ceux que l'on ajoute au lit de fusion, comme scories, etc.

TABLEAU N<sup>o</sup>. 3.

Des résultats des Fontes d'essai faites à F

FONTE DE PLOMB.	SCHLICH.					MATTÉ.	
	Quin. de Leips.	Livres.	Mars.	Loths.	Quent.	Quin. de Leips.	GRUE.
MESURES ALLEMANDES.							
<i>Fontes d'essai comparatives.</i>							
En huit jours au charbon de bois...	117	25	61	14	»	60	
En huit jours au coke.....	117	25	61	14	»	60	
Moyenne de 20 ans au charbon de bois	118	»	80	4	3	67	
<i>Différence entre les deux résultats précédens.</i>							
Différ. en plus dans la fonte au coke.	»	»	»	»	»	»	
Différence en moins.....	»	75	19	»	3	7	
DONNÉES PRÉCÉDENTES EN MESURES FRANÇAISES.	Quin. métr.	Kil.	Kil.	Gram.	Cent.	Quin. métr.	Kil.
<i>Fontes d'essai comparatives.</i>							
En huit jours au charbon de bois...	58	34	15	394	15	29,86	
En huit jours au coke.....	58	34	15	394	15	29,86	
Moyenne de 20 ans au charbon de bois	58	72	19	978	40	33,34	
<i>Différence entre les deux résultats précédens.</i>							
Différ. en plus dans la fonte au coke.	»	»	»	»	»	»	»
Différence en moins.....	»	38	4	584	35	3,48	»

(1) Je crois que les produits désignés sous le nom de *vorschlage* sont ajoutés au lit de fusion, comme scories, etc.

Les résultats du travail de huit jours au coke ou au charbon de bois sont des moyennes calculées d'après ceux de fontes d'essai, qui ont duré neuf semaines. Ce tableau montre :

1<sup>o</sup>. Que le contenu moyen de la matre de plomb a été par quintal :

(a) Dans le travail au coke, 3 $\frac{1}{2}$  loths (0<sup>k</sup>,05442) d'argent et 25 livres (12<sup>k</sup>,43) de plomb;

(b) Dans le travail au charbon de bois, 4 $\frac{1}{2}$  loths (0<sup>k</sup>,06997) d'argent et 32 livres (15<sup>k</sup>,13) de plomb.

2<sup>o</sup>. Que le contenu moyen de la scorie de plomb a été par quintal :

(a) Dans le travail au coke,  $\frac{1}{8}$  loth (0<sup>k</sup>,00194) d'argent et 2 $\frac{1}{2}$  livres (1<sup>k</sup>,24) de plomb;

(b) Dans le travail au charbon de bois,  $\frac{1}{8}$  loth (0<sup>k</sup>,00194) d'argent et 3 $\frac{1}{2}$  livres (1<sup>k</sup>,74) de plomb.

3<sup>o</sup>. Que si l'on regarde l'effet de  $\frac{8}{9}$  korb (0<sup>m.c.</sup>,267) de charbon de bois comme égal à celui de 1 scheffel (0<sup>m.c.</sup>,101) de coke, il a été consommé, dans le travail au coke, pour 100 quintaux de Leipsick (49<sup>m.</sup>,76) de minéral, l'équivalent de 123 korb (36<sup>m.c.</sup>,916) de charbon de bois, ou, pour 100 quint. métriques, l'équivalent de 74<sup>m.c.</sup>,20.

4<sup>o</sup>. Que, dans ce même travail, on a employé pour réduire 100 quintaux de lit de fusion 8,8 korb de charbon de bois et 42,4 scheffels de coke, ou, en nombres ronds, 9 korb de charbon de bois et 42 scheffels de coke.

Que, d'après la moyenne de vingt ans, on a employé, pour produire le même effet, 55,5 korb de charbon de bois : d'où il résulte que 48,3

Conséquences du tableau N<sup>o</sup>. 3.

korb de charbon de bois ont été compensés par 42 scheffels de coke ; et par conséquent que

L'effet de 1 scheffel de coke a égalé celui de 1,102 korb de charbon de bois, ou l'effet de 1 vagen de charbon de bois celui de  $10 \frac{1}{13}$  scheffels de coke.

5°. Que, d'après la fonte comparative au charbon de bois, on a employé pour réduire 100 quint. de lit de fusion 64,8 korb de charbon de bois : d'où il résulte que 56 korb de charbon de bois ont remplacé 42,4 scheffels de coke : d'où

L'effet de 1 scheffel de coke a été le même que celui de 1,321 korb de charbon de bois ou celui de 1 vagen de charbon de bois, le même que celui de  $9 \frac{1}{6}$  scheffels de coke.

Donc, en résumé ?

*D'après la moyenne de 20 ans,*

L'effet de 1 vagen de charb. de bois (3<sup>m.c.</sup>,602) est égal à celui de  $10 \frac{1}{13}$  schef. de coke (1<sup>m.c.</sup>,093).

*D'après les fontes comparatives,*

L'effet de 1 vagen de charb. de bois (3<sup>m.c.</sup>,602) est égal à celui de  $9 \frac{1}{6}$  scheff. de coke (0<sup>m.c.</sup>,924).

Les résultats du travail de huit jours au coke sont une moyenne, prise sur le travail d'une année entière (1821).

Il résulte de ce tableau que, si l'on regarde l'effet de 1 scheffel (0<sup>m.c.</sup>,101) de coke comme égal à celui de  $\frac{8}{9}$  korb (0<sup>m.c.</sup>,267) de charbon de bois, on aura consommé ;

Pour la réduction de 100 quintaux de matte de plomb l'équivalent de  $62 \frac{3}{4}$  korb (18<sup>m.c.</sup>,683) de charbon de bois, et pour 100 quintaux du lit de fusion  $33 \frac{1}{5}$  (9<sup>m.c.</sup>,964) du même combustible.

D'après la moyenne de vingt ans, on a con-

de 20 ans, au charbon de bois.

CUIVREUSE.	PRODUCTION.					CONSOMMATION.				
	CONTENU en argent.		SCORIES.	CONTENU en argent.		CHARBON de bois.		COKE.	COMBUSTIBLE évalué en charbon de bois.	
	Mars.	Loth.		Mars.	Loth.	Vagen.	Korb.		Scheff.	Vagen.
in.			Quin. de Leips.							
ps.										
2/5	17	6 2/5	452	4	9 2/5	3	4	180 4/5	16	8 4/5
	18	6 1/4	285	2	15 1/2	15	6		15	6
2/5	"	"	167	1	9 9/10	"	"	180 4/5	1	2 4/5
	"	15 1/2	"	"	"	12	2	"	"	"
n.	Kil.	Cent.	Quin. métr.	Kil.	Cent.	M. cub.	Déc. cub.	Mètres cub.	M. cub.	Déc. cub.
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
07	4	32902	224,92	1	14134	12	005	18,218	60	267
7	4	57548	141,82	"	73850	55	825	"	55	825
20	"	"	83,10	"	40384	"	"	18,218	4	442
"	"	24646	"	"	"	43	81972	"	"	"

Des résultats de la fonte au coke en 1821, et des résultats d'une moyenne de 20 ans, au charbon de bois.

FONTE DES MATTES DE PLOMB.	CHARGE.									PRODUCTION.							CONSOMMATION.								
	MATTE de PLOMB.	CONTENU en argent.		PRODUITS ajoutés, vorschlag.		CONTENU en argent.		PRODUITS ajoutés, zuschlag.		LIT DE fusion.	PLOMB d'œuvre.	CONTENU en argent.		MATTE cuivrée.	CONTENU en argent.		scoïes.	CONTENU en argent.		CHARBON de bois.		CORE.	COMBUSTIBLE évalué en charbon de bois.		
		Quin. de Leips.	Mars.	Loths.	Quin. de Leips.	Mars.	Loths.	Quin. de Leips.	Mars.			Loths.	Quin. de Leips.		Mars.	Loths.		Quin. de Leips.	Mars.	Loths.	Vagen.		Korb.	Scheff.	Vagen.
MESURES ALLEMANDES.....																									
En huit jours au charbon de bois (1) ..	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
En huit jours au coke.....	320	77	15 3/5	103 1/5	3	6 3/5	18 2/5	1	9	604 3/5	96 7/20	66	»	54 2/5	17	6 2/5	452	4	9 2/5	3	4	180 4/5	16	8 4/5	
Moyenne de 20 ans au charbon de bois.	215	68	13 1/3	61	»	»	140	1	1	418	67	51	10 1/4	54	18	6 1/4	285	2	15 1/2	15	6	»	15	6	
<i>Diff. entre les deux résultats précédens.</i>																									
Différence en plus dans la fonte au coke	105	9	2 1/2	42 1/5	3	6 3/5	41 2/5	»	8	186 3/5	29 7/20	14	5 3/4	» 2/5	»	»	167	1	9 9/10	»	»	180 4/5	1	2 4/5	
Différence en moins.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	15 17/20	»	»	»	12	2	»	»	»	»	
DONNÉES PRÉCÉDENTES EN MESURES FRANÇAISES.....	Quin. métr.	Kil.	Cent.	Quin. métr.	Kil.	Cent.	Quin. métr.	Kil.	Cent.	Quin. métr.	Kil.	Cent.	Quin. métr.	Kil.	Cent.	Quin. métr.	Kil.	Cent.	M. cub.	Déc. cubes.	Mètres cubes.	M. cub.	Déc. cubes.		
En huit jours au charbon de bois (1) ..	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
En huit jours au coke.....	159,23	19	399,53	51,35	»	84901	90,27	»	38874	300,82	47,92	16	42042	27,07	4	32902	224,92	1	14134	12	005	18,218	60	267	
Moyenne de 20 ans au charbon de bois	107,98	17	12404	39,34	»	»	69,66	»	26434	207,50	33,34	12	84789	26,87	4	57548	141,82	»	73850	55	825	»	55	825	
<i>Différence entre les deux résultats précédens.</i>																									
Différ. en plus dans la fonte au coke...	51,25	2	27549	21,01	»	84901	20,61	»	12440	93,32	14,58	3	57253	0,20	»	»	83,10	»	40384	»	»	18,218	4	442	
Différence en moins.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	24646	»	»	»	43	81972	»	»	»	»	

(1) Cette fonte n'a pas eu lieu, ou du moins elle n'est pas indiquée dans les archives de la Direction générale.

Années 1821 à 1826. Des résultats de la fonte

Année	Matériau	Quantité	Produit
1821	Charbon de bois	26 m.c. 061	494 m. 76
1822	Charbon de bois	29 1/16 scheffels	494 m. 76
1823	Charbon de bois	44 7/12 korb	494 m. 76
1824	Charbon de bois	6 1/2 korb	494 m. 76
1825	Charbon de bois	29 1/16 scheffels	494 m. 76
1826	Charbon de bois	44 7/12 korb	494 m. 76

sommé, pour la réduction de 100 quintaux (494 m. 76) de matte de plomb, 86 5/6 korb (26 m.c. 061) de charbon de bois, et pour 100 quintaux de lit de fusion 44 7/12 korb (1 m.c. 951) de charbon de bois.

Dans la fonte au coke, on a aussi consommé pour la réduction de 100 quint. de lit de fusion 6 1/2 korb (1 m.c. 951) de charbon de bois, plus 29 1/16 (3,025) scheffels de coke.

D'où il suit que l'effet de 38 1/12 korb de charbon de bois est égal à celui de 29 1/16 scheffels de coke.

L'effet de 1 schef. (0 m.c. 101) de coke est égal à celui de 1,272 korb (0 m.c. 382) de charbon de bois ;

Ou bien

L'effet de 1 vagen (3 m.c. 602) de charbon de bois est égal à celui de 9 1/2 scheffels (0 m.c. 957) de coke.

*Expériences qui ont eu lieu, dans les fonderies de Freyberg, de 1821 à 1826.*

10. De nouveaux essais ont eu lieu pour constater l'effet du coke dans la fonte crüe.

On a trouvé, à l'usine de la Mulde, que l'effet de 12,27 scheffels (1 m.c. 236) de coke de Doehlen était égal à celui de 1 vagen (3 m.c. 602) de charbon de bois,

Et, d'après d'autres expériences, que l'effet de 11,62 scheffels (1 m.c. 171) de coke était égal à celui de 1 vagen (3 m.c. 602) de charbon de bois.

20. Des expériences comparatives ont eu lieu pour étudier les avantages des campagnes de

Nouvelles expériences ayant pour but de comparer l'effet du coke à celui du charbon de bois dans la fonte crüe.

Expériences ayant pour but d'établir



les avantages provenant de la durée des campagnes. quatre semaines sur celles de deux, et de celles de sept sur celles de quatre. Les résultats ont été tels qu'il suit :

	CAMPAGNES de 2 semaines.	CAMPAGNES de 4 semaines.	CAMPAGNES de 7 semaines.
En 24 heures, on a passé : schlich.	30 $\frac{3}{8}$ quint.	33 $\frac{3}{8}$ quint.	37 $\frac{7}{8}$ quint.
De 100 qx. de schlich, on a obtenu : matte.	49 quint.	45 quint.	48 $\frac{1}{4}$ quint.
Pour 100 q. de schlich on a brûlé : coke.	116 $\frac{7}{8}$ schef.	99 $\frac{3}{4}$ schef.	85 schef.
Pour 100 q. de schlich on a payé main-d'œuvr.	6 th. 6 g. 9 pf.	6 th. 3 g. 8 pf.	5 th. 8 g. 10 pf.

D'où la quantité de schlich passés en plus par 24 heures dans la campagne de quatre semaines, comparée à celle de deux semaines, est . . . . . 3  $\frac{3}{8}$  quintaux.

La quantité de coke consommée en moins est . . . . . 17  $\frac{1}{8}$  scheffels.

Les frais de main-d'œuvr en moins . . . . . 3 gros 1 pfen.

Et la quantité de schlich passés en plus par 24 heures dans la campagne de 7 semaines, comparée à celle de 2 semaines, est . . . . . 3  $\frac{3}{4}$  quintaux.

La quantité de coke consommée en moins . . . . . 14  $\frac{3}{4}$  scheff.

Les frais de main-d'œuvr en moins . . . . . 19 gr. 10 pfen.

3°. On a fait marcher en fonte de plomb trois fourneaux : de premier au charbon de bois ; le second avec le coke de Dœhlen, et le troisième avec le coke de Postchappeln. Voici quels ont été les résultats :

Expériences ayant pour but la comparaison de l'effet du coke de Dœhlen, du coke de Postchappeln et du charbon de bois dans la fonte de plomb.

FONTE DE PLOMB.	COMBUSTIBLE employé pour une quantité constante d'un même lit de fusion.	PRODUCTION.	
		DURÉE DU TRAVAIL.	CONTENU en ARGENT.
Au charbon de bois.	1 <sup>re</sup> semaine. 2 <sup>e</sup> semaine.	8	83
		9	82
Au coke de Dœhlen.	1 <sup>re</sup> semaine.	10	82
	2 <sup>e</sup> semaine.	6	83
Au coke de Postchapp.	1 <sup>re</sup> semaine.	10	83
	2 <sup>e</sup> semaine.	6	83

PLOMB d'œuvr. vte.	CORR.	CHARBON de bois tendre.	PLOMB en ARGENT.	MATTE de plomb.	CONTENU en ARGENT.
Quint.	Coarb. Schiefels.	Vag. Korb.	Marcs. Lothls.	Quint.	Marcs. Lothls.
75 $\frac{1}{2}$	"	" 10	83	14	5
77 $\frac{1}{2}$	"	" 1	82	13	4
73 $\frac{1}{4}$	114	" 10	82	12	4
76 $\frac{1}{2}$	118	" 6	83	14	4
76 $\frac{1}{2}$	84	" 10	83	10	3
72	82	" 6	83	13	0

Expériences ayant pour but de comparer l'effet du coke de Dœhlen à celui du coke de Postchappeln dans la fonte crue.

4°. Des essais ont eu lieu dans le but de comparer l'effet des cokes de Postchappeln et de Dœhlen dans la fonte crue. On a trouvé

L'effet de  $10 \frac{70}{13}$  (1<sup>m.c.</sup>, 085) scheffels de coke de Postchappeln égal à celui de 1 vagen (3<sup>m.c.</sup>, 602) de charbon de bois et à celui de  $12 \frac{4}{13}$  (1<sup>m.c.</sup>, 241) de coke de Dœhlen. Ainsi, la différence en faveur du coke de Postchappeln est de  $1 \frac{7}{13}$  scheffel (0<sup>m.c.</sup>, 155).

Expériences ayant pour but la comparaison de l'effet des houilles de Dœhlen et de Postchappeln dans le grillage des schlichs.

5°. La houille schisteuse de Dœhlen a été comparée avec celle de Postchappeln dans le grillage des schlichs.

Dans un fourneau alimenté avec de la houille de Dœhlen, on a brûlé pour le grillage de 332 quintaux de schlichs 57 scheffels; dans un fourneau alimenté avec la houille de Postchappeln, on en a brûlé 54: ainsi, la différence en faveur de la houille de Postchappeln est de 3 scheffels.

Expériences ayant pour but la substitution du coke au charbon de bois dans la revivification des abstrichs.

6°. Les expériences pour substituer le coke au charbon de bois dans la réduction des abstrichs n'ont pas eu de succès.

7°. On a également essayé la revivification des litharges en comparant les résultats avec ceux qu'on obtient lorsqu'on n'emploie que du charbon de bois, on a trouvé que la production en plomb non liquaté dans la fonte au coke est plus considérable, mais que la perte à la liquation est aussi plus forte: en sorte que définitivement, on obtient moins de plomb marchand. Sous le rapport économique, la consommation en combustible présente des avantages.

Expériences ayant pour but de substituer la houille au bois dans la coupellation.

8°. On a essayé de coupeller avec de la houille au lieu de bois: les expériences ont été infructueuses, peut-être n'ont-elles pas été faites avec tout le soin nécessaire.

En 1826, à l'époque à laquelle nous avons visité les usines de Freyberg (en décembre), l'emploi du coke pour la fonte crue, la fonte de plomb, la fonte des mattes de plomb et la fonte des mattes cuivreuses était adopté généralement.

L'emploi de la houille pour le grillage des minéraux et d'un mélange de houille et de bois pour le grillage des mattes l'était également.

On préférerait se servir de charbon de bois pour la réduction des abstrichs et des litharges, et l'on employait toujours le bois pour la coupellation.

Les avantages du coke, indiqués précédemment, se sont confirmés; ils ont eu pour conséquence:

1°. Une plus longue durée des campagnes. Dans la fonte de plomb, la durée des campagnes était, lors du travail au charbon de bois, fixée à huit jours, elle l'est maintenant à un mois. Dans la fonte crue, on laisse aller le fourneau tant qu'il n'est pas nécessaire de mettre hors. Les campagnes qui n'étaient que de quinze jours lors du travail au charbon de bois sont maintenant le plus souvent de douze à quatorze semaines.

2°. Les fontes spéciales de crasses ont cessé.

3°. Les mattes exigent généralement moins de grillage. Celles de cuivre, qui, lors du travail au charbon de bois, exigeaient de vingt à vingt-cinq feux, en reçoivent aujourd'hui rarement au-delà de douze à quatorze.

4°. Enfin la Saxe a trouvé dans l'emploi du coke une économie de 9,000 klafters (1) [envi-

(1) Le klafter est de 108 pieds cubes =  $\frac{2}{3}$  schragen = 2<sup>m.c.</sup>, 315.

Etat des  
fonderies de  
Freyberg en  
décembre  
1826.

ron 900,000 pieds cubes = 20838 mètres cubes ] de bois par an, et la dépense est diminuée de 10,000 thalers ( 38,518 francs ).

Il eût été convenable de prendre une moyenne des résultats obtenus dans les six dernières années du travail au coke, pour la comparer à celle de vingt années de travail au charbon de bois. Je n'ai pas eu le temps de le faire; mais les tableaux qui se trouvent dans l'article précédent donnent une idée de l'état actuel de la production et de la consommation, et l'on peut aisément, en les consultant, établir une comparaison.

Voici sur le travail en cuivre noir, qui n'avait, en 1821, donné lieu à aucune expérience, quelques détails qui aideront à juger des avantages produits par l'emploi du coke. D'après les livres de l'usine de *la Mulde*, on a fondu de 1822 à 1826,

Des avantages que présente dans le travail en cuivre noir la substitution du coke au charbon de bois.

2542 qx. ( 1264 qx. mét. 87 kil. ) de matte cuivreuse,  
944 — ( 469 qx. mét. 72 kil. ) de matte mince.

La consommation a été de :

20 vagen 10 korb ( 75<sup>m.c.</sup>, 034 ) de charbon de bois tendre,  
et 1281 scheffels ( 129<sup>m.c.</sup>, 085 ) de coke.

Cela fait, pour le travail de 100 quintaux de lit de fusion, 45,7 scheffels ( 4<sup>m.c.</sup>, 605 ) de coke ( l'effet de chaque korb de charbon de bois étant supposé égal à celui de  $1\frac{3}{4}$  scheffel de coke ).

D'après une moyenne de vingt ans du travail au charbon de bois,

Pour 100 quintaux de matte cuivreuse ou matte mince,

On a brûlé 43,7 korb ( 13<sup>m.c.</sup>, 116 ) de charbon de bois tendre :

D'où l'effet de 45,7 scheffels ( 4<sup>m.c.</sup>, 605 ) de

coke = celui de 43,7 korb ( 13<sup>m.c.</sup>, 115 ) de charbon de bois ;

D'où  $1\frac{3}{64}$  scheffel de coke = 1 korb de charbon de bois :

Ou bien 0<sup>m.c.</sup>, 105 de coke = 0<sup>m.c.</sup>, 300 de charbon de bois ;

Ou enfin, 1<sup>m.c.</sup> de coke = 2<sup>m.c.</sup>, 845 de charbon de bois.

Nous ajouterons que, dans le travail au coke, la production en métal a été plus considérable que dans le travail au charbon de bois.

On jugera des modifications qu'a subies la forme des fourneaux en comparant le tableau des dimensions que nous en avons données dans l'article précédent avec celui des dimensions des fourneaux allant au charbon de bois, qui se trouve dans la *Métallurgie* de M. Lampadius et dans la *Richesse minérale*.

Nous terminerons en parlant de quelques expériences métallurgiques étrangères à la substitution du coke au charbon de bois, faites également dans les fonderies de Freyberg.

Il était important de déterminer quel était le rapport le plus convenable à établir entre les quantités de pyrites et de schlichs que l'on fond ensemble. Trop de pyrites donne une matte pauvre, exigeant de longs grillages; trop peu, une matte très-riche, qui présente des inconvénients que nous indiquerons plus loin. On s'est arrêté au rapport  $\frac{1}{2}$ ; c'est-à-dire que le lit de fusion contient actuellement 50 de pyrites p.  $\frac{0}{0}$  de schlichs, comme on peut le voir dans les tableaux de fondage que nous avons présentés.

De quelques expériences métallurgiques étrangères à la substitution du coke au charbon de bois.

1. Détermination du rapport le plus convenable à établir entre les quantités de schlichs et de pyrites dans la fonte crue.

Essais de suppression des pyrites.

On a essayé de supprimer entièrement les pyrites. En comparant les résultats de la fonte crue sans addition et ceux de la fonte avec 50 p.  $\frac{\circ}{\circ}$  de pyrites, on voit que, dans le premier cas,

1<sup>o</sup>. On peut passer beaucoup plus de schlichs en un même temps, et que, par conséquent, on trouve économie de pyrites, de combustible et de main-d'œuvre.

2<sup>o</sup>. On obtient de suite une matte plus concentrée, qui exige moins de grillages.

Mais d'un autre côté la fonte de plomb avec ces mattes riches a très-mal marché, ainsi que la coupellation du plomb d'œuvre qui est résulté de leur emploi.

1<sup>o</sup>. La perte d'argent a été plus considérable;

2<sup>o</sup>. Le plomb d'œuvre a été plus impur;

3<sup>o</sup>. La matte de plomb a retenu beaucoup de plomb;

4<sup>o</sup>. La quantité de minérai passée en un certain temps a été peu considérable;

5<sup>o</sup>. Enfin, le plomb d'œuvre a été très-difficile à coupler; les litharges ont été très-impures et il s'est formé des trous dans la coupelle.

On a attribué ces fâcheux résultats à ce que la matte crue contenait trop peu de fer et trop d'arsenic. Il faudrait ajouter qu'elle renfermait aussi trop peu de soufre. En effet, d'après la théorie que nous avons donnée de la fonte de plomb, l'impureté du plomb d'œuvre et la perte d'argent sont des conséquences nécessaires de ce que le fer, qui agit en même temps comme réductif et comme scorificateur, n'est plus en suffisante quantité; de ce que le soufre qui sert à retenir dans la matte différens métaux, qui sans cela passeraient dans le plomb d'œuvre ou dans la

scorie, vient à manquer; et enfin de ce que l'arsenic prédomine.

M. de Herder, supposant que le faible contenu en métal précieux des scories de la fonte crue tenait plutôt à un mélange mécanique de matte qu'à une combinaison des oxides, chargea M. Lampadius d'en faire l'analyse, en employant en même temps la séparation mécanique et la séparation chimique: en conséquence on bocarda à l'eau et on lava 11368 quintaux de ces scories et on obtint 394  $\frac{3}{8}$  quintaux d'un schlich brillant, peu métallique, auquel on a donné le nom de minérai des scories (*schlackenerz*). D'après M. Lampadius, 1000 parties de ce schlich renferment:

394,360 parties sans oxygène donnant uniquement de la matte à la fusion:	{	Zinc . . . . .	5,100	598,571 parties avec oxygène donnant des scories à la fusion.	{	Silice . . . . .	310,500
		Soufre . . . . .	55,000			Oxide de fer . . . . .	90,000
		Arsenic . . . . .	5,000			Alumine . . . . .	90,711
		Argent . . . . .	0,850			Chaux . . . . .	65,000
		Plomb . . . . .	81,810			Magnésie . . . . .	42,540
		Cuivre . . . . .	4,000			Baryte . . . . .	.....
		Antimoine . . . . .	5,000			Or . . . . .	.....
		Fer . . . . .	240,000				993,511
		Bismuth . . . . .	traces.			Perte . . . . .	6,489
		Or . . . . .	<i>idem</i> .				1,000,000

Expériences ayant pour but de tirer parti des scories de fonte crue. (Extrait du *Supplément à la Métallurgie* de M. Lampadius, publié en 1826.)

Ce minérai des scories a été soumis à trois expériences métallurgiques:

1<sup>o</sup>. On a passé environ 200 quintaux de schlich non grillé avec 350 quintaux de scories de plomb, 1 quintal de pyrites, et 11 quintaux de litharges: on a obtenu environ 13 quintaux de plomb d'œuvre et 35 quintaux de matte crue.

2<sup>o</sup>. On a passé environ 200 quintaux de schlich grillé au four à reverbère, avec 1 quintal de pyrites, 48 quintaux de litharges et 290 quintaux de scories de plomb: on a obtenu environ 40 quin-

taux de plomb d'œuvre et 3 quintaux de matte de plomb.

3°. On a passé 278 quintaux de schlich, faiblement grillé, avec 66 quintaux de litharge, 2 quintaux de pyrites, 237 quintaux de scories de plomb et 9 quint. de scories de la Halsbrücke: on a obtenu environ 64 quintaux de plomb d'œuvre et  $7\frac{1}{4}$  quintaux de matte de plomb.

Ainsi le premier essai a été une espèce de fonte crue; le second, une fonte de plomb, et le troisième, une fonte analogue à la fonte de plomb.

L'ensemble des dépenses ayant paru trop considérable, on continue à ne tirer aucun parti métallurgique des scories de fonte crue; elles ne servent qu'à échauffer des bains, par la chaleur qu'elles dégagent lorsqu'on les plonge, au sortir du fourneau, dans de l'eau, et à réparer les chemins.

3. Expériences ayant pour but de tirer parti des schlammes très-pauvres.

Les mines de Freyberg fournissent un grand nombre de schlammes dont on n'avait jusqu'alors tiré aucun parti. On a fait diverses expériences avec ces schlammes: on les a d'abord fondus avec une partie environ de pyrites et deux de scories de plomb; la matte obtenue était très-pauvre en argent, on l'a grillée à deux feux seulement, puis refondue avec addition de quartz; on a alors obtenu une matte plus riche, qui a été employée dans la fonte de plomb. Je n'ai pas entendu dire qu'on ait continué à traiter ces schlammes.

4. Expériences ayant pour but de reconnaître s'il vaut mieux char-

Comme on charge habituellement au volume, on a pensé que les irrégularités dans la marche du fourneau pouvaient tenir à ce que les poids relatifs du combustible et du minéral variaient. On a donc essayé de peser le coke et le lit de

fusion. Ces expériences ont été faites lors de notre séjour à Freyberg. La marche du fourneau n'en a pas moins été variable, cela pouvait se prévoir; car la nature du coke venant à changer, le même poids de combustible peut répondre à un effet différent. Il en est de même du schlich. Nous ajouterons que ces deux éléments restant les mêmes, il peut encore arriver que le fourneau marche mal, quoique la charge soit constante en poids. En effet, les dérangemens peuvent aussi tenir à la formation de dépôts, etc.

On a essayé de travailler à *poitrine fermée*, les expériences n'ont présenté que des résultats désavantageux; les ouvriers avaient beaucoup de peine à nettoyer le fourneau, et les produits étaient moins purs.

On essayait, lors de notre passage à Freyberg, à l'usine de la Mulde, de griller un moins grand nombre de fois les mattes de cuivre, et de les concentrer par des fontes. Ces expériences n'étaient pas achevées lors de notre départ.

Dans le but d'utiliser des pyrites arsenicales contenant  $\frac{2}{5}$  de loth d'argent au quintal, on les a distillées dans des retortes avec récipients. Elles ont donné 30 pour 100 d'*arsenic gris* (arsenic métallique mêlé d'un peu de sulfure). Le résidu, composé presque entièrement de sulfure de fer argentifère, a été employé dans la fonte crue et a donné une bonne matte. Ces expériences seront répétées.

Les expériences pour remplacer les coupelles de cendres par des coupelles de marne furent faites en 1822. On eut d'abord quelque peine à trouver une marne de bonne qualité. Enfin on en a découvert à  $\frac{3}{4}$  de lieue de Dresde. Cent

ger au poids qu'au volume.

6. Essais d'un moins grand nombre de grillages des mattes cuivreuses.

7. Expériences ayant pour but d'utiliser des pyrites arsenicales argentifères. (Extrait du Supplément à la Métallurgie de M. Lampadius.)

8. Substitution des coupelles de marne à celles de cendre.

parties de cette marne renferment : carbonate de chaux, 60 ; argile, 38, et un peu d'oxide de fer. Cette substitution de la marne aux cendres a présenté les avantages qu'on lui connaît. On a obtenu plus de litharges, moins de fonds de coupelle, etc.

9. Essais pour recueillir les poussières et produits volatilisés de la coupellation.

On a aussi fait des expériences pour ajouter au fourneau de coupelle une cheminée munie de chambres de condensation; mais on y a renoncé, parce que cela dérangeait trop la marche de l'opération.

## EXPOSITION

### DU SYSTEME DE MINÉRALOGIE

DE M. MOHS,

Professeur à l'École des Mines de Freyberg (1);

*Extrait traduit de l'allemand*

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

#### *De la systématique;*

Il existe, comme on a vu, des séries dans les formes cristallines, dans les couleurs, dans les degrés des diverses sortes d'éclat, dans les degrés de dureté et de pesanteur spécifiques. C'est sur l'existence de ces séries qu'est fondée l'idée de l'espèce naturelle dans le règne minéral.

Les produits de la nature qui ne diffèrent dans aucune de leurs propriétés naturelles sont identiques.

Les individus qui ne se confondent pas dans toutes leurs propriétés naturelles ne sont pas identiques.

La différence des individus qui ne sont pas identiques est susceptible de divers degrés.

Les individus qui diffèrent par une seule de leurs propriétés naturelles, de telle sorte que ces différences soient des membres d'une même série, ces individus peuvent se confondre parfaitement dans leurs autres propriétés: c'est ce que prouve, à l'égard de la forme, toute combinaison cristalline.

(1) Voyez le commencement de ce mémoire dans le 4<sup>e</sup> livraison des *Annales des Mines*, t. II, p. 159, ann. 1827.

Si deux individus se confondent dans toutes leurs propriétés naturelles, excepté une, et que les différences dans cette dernière soient des membres l'une même série, on peut regarder ces individus comme identiques.

Un individu qui, par sa forme et ses autres propriétés naturelles, est membre d'une série d'individus qui ne diffèrent que par leurs formes, peut en même temps être membre d'une série d'individus qui ne se distinguent que par leurs couleurs. Cet individu peut être, dans ce cas, regardé comme identique à-la-fois aux membres de la première série et aux membres de la seconde : donc aussi tous les termes de la première série peuvent être regardés comme identiques avec tous les membres de la seconde. En étendant ces considérations à toutes les propriétés naturelles des minéraux dont les divers degrés forment des séries, on aura un ensemble d'individus, qui, malgré leur différence, pourront être ramenés à l'idée d'identité et qui se distingueront par là de tous les autres.

Cet ensemble d'individus qu'on ramène ainsi à l'idée d'identité s'appelle une espèce, et les individus de cette espèce sont dits semblables.

Le genre est la réunion des espèces qui sont liées les unes aux autres par le plus haut degré de ressemblance naturelle.

L'ordre est l'ensemble des genres qui sont liés les uns aux autres par le plus haut degré de ressemblance.

Enfin, la classe est la réunion des ordres qui ont le plus haut degré de ressemblance.

Il n'existe point de séries parmi les espèces, attendu que plusieurs de ces espèces occupent à-

la-fois une seule et même place ; mais alors elles forment des groupes, qui ne sont autre chose que les genres naturels : le règne minéral se compose donc d'une série de genres naturels ; de là suit aussi que l'espèce et le genre sont, en minéralogie, les deux principes nécessaires de classification.

#### *De la nomenclature.*

La nomenclature systématique est l'ensemble des dénominations, tirées d'un système naturel, que l'on donne aux différens produits de la nature.

Cette nomenclature doit satisfaire à deux conditions : 1<sup>o</sup>. distinguer chaque espèce par une dénomination propre ; 2<sup>o</sup>. exprimer par cette dénomination la liaison naturelle qui existe, dans le système, entre cette espèce et quelques-unes ou plusieurs des autres espèces.

Chaque dénomination, pour pouvoir exprimer la liaison des individus, doit se composer d'un mot et d'un adjectif.

Dans l'histoire naturelle, les noms sont donnés au plus haut degré de classification. La règle générale est de chercher à donner ce nom de manière à réunir tous les avantages qu'une partie quelconque de l'histoire naturelle doit retirer d'une nomenclature systématique. Dans la zoologie et la botanique, c'est, conformément à cette règle, le genre qui porte le nom ; dans la minéralogie, c'est l'ordre.

Les noms donnés aux ordres minéralogiques par M. Mohs sont ceux de : gaz, eau, acides, sels, haloïde, baryte, kérate, malachite, mica, spath, gemme, oxide, métal, pyrite, éclatant, blende,

soufre, résine et charbon; il n'y a que ceux de halogène et de kérate qui soient nouveaux.

Les noms des genres devraient être tirés des propriétés naturelles de ces genres; les noms ainsi formés seraient sans doute les meilleurs, en ce qu'ils ne représenteraient rien qui fût étranger à l'histoire naturelle, mais ils auraient entraîné l'introduction d'une foule de nouveaux mots. D'après cela, M. Mohs a formé le nom du genre de celui de l'ordre, auquel il ajoute, soit un mot trivial, soit un mot exprimant un rapport qui n'est point naturel: exemple, augit-spath, feldspath, ..... fer-pyrite, cobalt-pyrite. Pour les gemmes et les métaux, on a omis dans le nom du genre celui de l'ordre, parce qu'il s'entend de lui-même.

Enfin, le nom de l'espèce se compose du nom du genre, d'une épithète, qui exprime ou le système cristallin, ou un rapport de divisibilité.

#### *De la caractéristique.*

Le principe fondamental de tout système naturel est la ressemblance naturelle. On forme ce système, en mettant à la suite, les uns des autres les individus qui sont liés par le plus grand degré de ressemblance. Cela fait, si on compare les classes avec les classes, les ordres avec les ordres, les genres avec les genres, les espèces avec les espèces, on verra quels sont les caractères par lesquels ces divers objets se distinguent les uns des autres. Il est clair que ces caractères, dont l'ensemble constitue la caractéristique, ne représentent ni ne peuvent représenter les propriétés naturelles sur lesquelles repose la détermination de l'espèce, du genre, de l'ordre, etc.; qu'ils

n'expriment point la nature des objets séparés les uns des autres, mais seulement les différences des uns par rapport aux autres. Pour avoir des représentations des objets eux-mêmes, il faut exposer tous leurs caractères, c'est ce que fait la physiographie. Il y a donc cette différence entre la caractéristique et la physiographie, que celle-ci est la partie descriptive de la minéralogie, tandis que celle-là n'en est que la partie déterminative.

On nomme caractère distinctif l'ensemble des caractères qui servent à distinguer d'un ou de plusieurs autres une classe, un ordre, un genre, une espèce, et caractéristique l'ensemble de tous ces caractères distinctifs.

Les caractères distinctifs doivent être aussi courts et aussi uniformes que possible; ils ne doivent contenir rien autre chose que ce qu'exige nécessairement la distinction, et tout mot inutile est une faute.

Les caractères distinctifs de l'espèce et du genre contiennent trois caractères, qui doivent être donnés par-tout où la nature de l'espèce se comporte; ce sont: 1°. la forme cristalline avec la divisibilité; 2°. le degré de dureté; 3°. la pesanteur spécifique.

Dans les caractères distinctifs des classes et des ordres, les caractères indiqués sont plus ou moins nombreux; ils sont absolus ou conditionnels. S'ils sont conditionnels, on les fait précéder de la condition sous laquelle ils ont lieu, et on sépare l'un de l'autre par deux points. Lorsque, par exemple, un minéral solide doit appartenir à la première classe, il faut qu'il ait



une saveur ; son caractère conditionnel est dans ce cas : solide , ayant une saveur.

L'usage de la caractéristique est absolument le même qu'en zoologie et en botanique. Ayant un minéral à déterminer, on recherche quelles sont sa forme cristalline , sa divisibilité , sa dureté et sa pesanteur spécifiques ; puis on examine , d'après ces caractères , à quelle classe , à quel ordre et à quel genre il appartient.

Si le minéral à déterminer est tel qu'on ne puisse y reconnaître ni forme ni clivage, et qu'on ne puisse en prendre ni la dureté ni la pesanteur spécifiques, comme pour l'amiante, on recherche dans ce cas avec quels autres minéraux il offre des passages, et c'est par le moyen de ces derniers qu'on détermine à quelle espèce il correspond.

Ici, M. Mohs donne les caractères distinctifs des classes, des ordres, des genres et des espèces du règne minéral. Les bornes dans lesquelles nous devons nous restreindre ne nous permettant point d'exposer dans tous ses détails cette partie du système, nous nous contenterons de donner les caractères des classes et des ordres, et de les faire suivre d'un tableau abrégé des genres et des espèces.

M. Mohs divise les substances minérales en trois classes.

La première classe comprend les minéraux dont la pesanteur spécifique est au-dessous de 3,8, qui n'ont aucune odeur bitumineuse, et qui, lorsqu'ils sont solides, ont une saveur.

Cette classe est divisée en quatre ordres.

- 1<sup>er</sup>. ordre. Gaz. P = 0,0001 à 0,0014. — Élastiques, non acides.  
 2<sup>e</sup>. ordre. Eau. P = 1. Liquide, sans odeur ni saveur.  
 3<sup>e</sup>. ord. Acides. P = 0,00045.....3,7 ; saveur acide.  
 4<sup>e</sup>. ordre. Sels. P = 1,3.....2,9 ; solides, non acides.

La deuxième classe comprend les minéraux dont la pesanteur spécifique est au-dessus de 1,8, et qui sont sans saveur.

Cette classe est divisée en treize ordres, dont les noms et les caractères distinctifs sont les suivants :

1<sup>o</sup>. *Ordre haloïde* ( ayant le facies d'un sel ).

Non métallique , poussière incolore :

Dureté = 1,5...5. Pesanteur spécifique = 2,2...3,3.  
 Pyramidale ou prismatique : dureté = 4 et au-dessous.

Tessulaire : dureté = 4.

Clivage monotome : pesanteur spécifique = 2,4 et au-dessous.

Dureté au-dessous de 2,5. P = 2,4 et au-dessous.  
 P = 2,4 et au-dessous : dureté au-dessous de 2,5.

2<sup>e</sup>. *ordre. Baryte.*

Non métallique , poussière incolore ou jaune orangé :

D = 2,5... 5,0. P = 3,3... 7,6.

Clivage monotome : P = 4,0 et moins, ou = 5,0 et plus.

Poussière jaune ou rouge :  $D = 3,5$  et plus,  
 $P = 4,8$  et plus.

Poussière brune ou noire :  $D = 5,0$  et plus ;  
 ou clivage monotome.

$D = 4,5$  et moins : poussière jaune, rouge ou  
 noire.

$D = 6,5$  et plus, et poussière incolore :  $P = 6,5$   
 et plus.

9<sup>e</sup>. ordre. Métal.

Métallique, couleur non noire.

$D = 0,0$ ....  $5,0$ .  $P = 5,7$ ....  $20,0$ .

Couleur grise : malléable,  $P = 7,4$  et plus.

D'au-dessous de  $4,0$  : malléable.

10<sup>e</sup>. ordre. Pyrite.

Métallique,  $D = 3,0$ ....  $6,5$   $P = 4,1$ ....  $7,7$ .

$D = 4,5$  et moins :  $P$  au-dessous de  $5,3$ .

$P = 5,3$  et moins : couleur jaune ou rouge.

11<sup>e</sup>. ordre. Éclatant.

Métallique, couleur grise, noire.

$D = 1,0$ ....  $4,0$ .  $P = 4,2$ ....  $7,6$ .

Clivage monotome,  $P$  étant au-dessous de  $5,0$ .  
 couleur gris de plomb.

12<sup>e</sup>. ordre. Blende.

Poussière verte, rouge, brune, incolore.

$D = 1,0$ ....  $4,0$ .  $P = 3,9$ ....  $8,2$ .

Métallique : couleur noire.

Non métallique : éclat adamantin.

Poussière verte : couleur noire.

Poussière brune... incolore :  $P$  entre  $4$  et  $4,2$ ,  
 forme tessulaire.

Poussière rouge :  $D = 2,5$  et moins.

$P = 4,3$  et plus : poussière rouge.

13<sup>e</sup>. ordre. Soufre.

Non métallique, couleur jaune, rouge, brune.

Prismatique,  $D = 1,0$ ....  $2,5$ .  $P = 1,9$ ....  $3,6$ .

Clivage monotome :  $P = 3,4$  et plus.

$P$  au-dessous de  $2,1$  : poussière jaune ou rouge.

La troisième classe comprend les minéraux  
 dont la pesanteur spécifique est au-dessous de  
 $1,8$ , qui, lorsqu'ils sont fluides, ont une odeur  
 bitumineuse, et qui, lorsqu'ils sont solides, n'ont  
 aucune saveur.

Cette classe est divisée dans les deux ordres  
 suivans :

1<sup>er</sup>. ordre. Résine.

Dureté =  $0,0$ ....  $2,5$ . Pesanteur spécifique =  
 $0,7$ ....  $1,6$ .

Pesanteur =  $1,2$  et plus : poussière incolore.

2<sup>e</sup>. ordre. Charbon.

Poussière brune, noire.

Dureté =  $1,0$ ....  $2,5$ . Pesanteur spécifique =  
 $1,2$ ....  $1,5$ .

Tableau des substances minérales rangées dans leur ordre naturel.

CLASSES.	ORDRES.	GENRES.	SYSTÈMES		NOMS CORRESPONDANS D'EAU.
			CRISTALLINS.	ESPÈCES.	
1 <sup>re</sup> .	Gaz.....	hydrogène..	.....	pur.....	<i>Idem.</i>
		atmosphér..	.....	empyreumatiq. sulfuré..... phosphoré. pur.....	
	Eau.....	atmosphér..	.....	pure.....	
		carbonique. muriatique.	.....	gazeux.....	
	Acides....	sulfurique..	.....	gazeux.....	
		boracique.. arsénique..	prismatique.. tessulaire....	prismatique.. octaédrique..	liquides.....
	Sels.....	de natron..	prismatique..	héli-prismat.. prismatique..	soude carbonatée. <i>Idem.</i>
		de Glauber..	prismatique..	prismatique..	soude sulfatée.
		de nitre....	prismatique..	prismatique..	potasse nitratée.
		gemme....	tessulaire....	hexaédrique..	soude muriatée.
		ammoniac..	tessulaire....	octaédrique..	ammon. muriatée.
		de vitriol..	prismatique..	héli-prismat.. tétrato-prism.. prismatique..	fer sulfaté. cuivre sulfaté. zinc sulfaté.
		d'Epsom....	prismatique..	prismatique..	magnésic sulfatée.
	d'alun....	tessulaire....	octaédrique..	alumi. sulf. alcali.	
	de borax....	prismatique..	prismatique..	soude boratée.	
	de brythin.	prismatique..	prismatique..	glauabérite.	
	2 <sup>e</sup> .	Haloidc....	gypse.....	prismatique..	prismatique..
cryon.....			prismatique..	prismatique..	chaux anhydros.
alun.....			rhomboédriq.	prismatique..	alum. sulf. alcali.
fluor.....			tessulaire....	rhomboédriq.	lave altérée alum.
			rhomboédriq.	rhomboédriq.	chaux fluatée.
calcaire....			prismatique..	rhomboédriq.	chaux phosphatée.
			rhomboédriq.	rhomboédriq.	aragonite.
				rhomboédriq.	chaux carbonatée.
				makrotype....	ch. carb. ferrifère. perlée et natr. nésifère.
				brachytype....	ch. carb. magnésif.

CLASSES.	ORDRES.	GENRES.	SYSTÈMES		NOMS CORRESPONDANS D'EAU.
			CRISTALLINS.	ESPÈCES.	
1 <sup>re</sup> .	parachrose.	zinc.....	rhomboédriq.	brachytype.... makrotype....	ter carbonaté. manganèse. carbon. zinc oxidé.
			prismatique..	prismatique..	
	schélium...	Baryte....	rhomboédriq.	rhomboédriq..	zinc carbonaté. schélium calcaire.
			pyramidal....	pyramidal....	
	plak.....	plomb.....	prismatique..	prismatique..	peritome....
			prismatique..	prismatique..	
	antimoine..	Kératc....	prismatique..	di-prismatique..	di-prismatique..
			rhomboédriq.	rhomboédriq..	rhomboédriq..
	perlé.....	Malachite..	pyramidal....	pyramidal....	héli-prismatiq.
			prismatique..	prismatique..	prismatique..
staphyline..	lyrokone..	tessulaire....	hexaédrique..	hexaédrique..	
		pyramidal....	pyramidal....	pyramidal....	
oliqe.....	azur.....	amorphe....	indivisible....	indivisible....	
		prismatique..	prismatique..	prismatique..	
émeraude..	habronem..	tessulaire....	hexaédrique..	hexaédrique..	
		prismatique..	prismatique..	prismatique..	
habronem..	Mica.....	prismatique..	prismatique..	prismatique..	
		rhomboédriq.	rhomboédriq.	rhomboédriq.	
euchlore... cobalt.....	graphite....	rhomboédriq.	rhomboédriq.	rhomboédriq.	
		prismatique..	prismatique..	prismatique..	
fer.....	talc.....	prismatique..	prismatique..	prismatique..	
		rhomboédriq.	rhomboédriq.	rhomboédriq.	
nacre.....	Spalh....	prismatique..	prismatique..	prismatique..	
		rhomboédriq.	rhomboédriq.	rhomboédriq.	
diatome....	schiller....	prismatique..	prismatique..	prismatique..	
		prismatique..	prismatique..	prismatique..	
diallage métalloïde. diallage métalloïde. hypersthène. antophyllite. disthène.	disthène....	prismatique..	prismatique..	prismatique..	
		prismatique..	prismatique..	prismatique..	

CLASSES.	ORDRES.	GENRES.	SYSTÈMES CRISTALLINS.	ESPÈCES.	NOMS CORRESPONDANS D'HAUY.	
Spath.....		triphane...	prismatique..	prismatique... axotome.	triphane. prehnite.	
		dystôme...	prismatique..	prismatique... trapézoïdal..	Chaux borat. siliceus. amphigène.	
		kuphone...	tessulaire....	dodécaédrique. hexaédrique..	sodalite. analcime.	
		kuphène...	prismatique..	rhomboédriq.	paratome... rhomboédriq..	harmotome. chabasie.
				prismatique..	diatome prism. prismatique... prismatoïdiq..	laumontite. mésotype. stilbite.
		feld.....	prismatique..	pyramidal...	hémi-prismat. pyramidal... axome prismat.	Idem. apophyllite. Idem.
				prismatique..	prismatique... rhomboédriq..	pétalite. néphéline.
		augite.....	prismatique..	rhomboédriq.	rhomboédriq... pyramidal... paratome... hémi-prismat.	feldspath. parenthine, wernéit. pyroxène. amphibole.
				dodécaédriq.	prismatique... prismatique... prismatique..	épidote. wollastonite. lapis-lazuli. lazulite.
		azur.....	prismatique..	prismatique..	prismatoédriq.	feldspath bleu.
prismatique..	prismatique..			feldspath apyre.		
andalousite		prismatique..	prismatique..	spinel.		
		tessulaire....	dodécaédrique. octaédrique..	spinelle zincifère.		
Gemme...		corindon...	rhomboédriq.	rhomboédriq..	corindon.	
		diamant....	prismatique..	prismatique..	cymophane.	
		topaze.....	tessulaire....	octaédrique..	diamant.	
		émeraude...	prismatique..	prismatique..	prismatique..	topaze.
				rhomboédriq.	rhomboédriq... prismatique..	euclase. émeraude.
		quartz.....	rhomboédriq.	prismatique..	prismatique..	cordiérite.
				indivisible...	rhomboédriq. indivisible... empirodoxe..	quartz. quartz résinite. obsidiane, pectstéin.
		axinite....	prismatique..	prismatique..	axinite.	
		chrysolithe.	prismatique..	prismatique..	péridot.	
		boracite...	tessulaire....	tétraédrique..	magnésie boratée.	
tourmaline.	rhomboédriq.	rhomboédriq.	tourmaline.			
grenat....	pyramidal...	pyramidal...	idocrase.			

CLASSES.	ORDRES.	GENRES.	SYSTÈMES CRISTALLINS.	ESPÈCES.	NOMS CORRESPONDANS D'HAUY.	
Gemme...		grenat.....	tessulaire....	tétraédrique... dodécaédrique.	helvine. grenat.	
		zircon.....	prismatique..	prismatoïdiq... pyramidal... prismatique..	staurotide. zircon. gadolinite.	
Oxide.....		titane.....	prismatique..	prismatique..	titanesilicio-calcaire.	
				pyramidal...	péritome... pyramidal... prismatique..	titane oxidé. titane anatase. zinc oxidé.
		zinc.....	prismatique..	tessulaire....	octaédrique..	cuivre oxidulé.
				pyramidal...	pyramidal... prismatique..	étain oxidé. wolfram.
		étain.....	pyramidal...	prismatique..	prismatique..	tantalite.
				prismatique..	prismatique..	urane oxidulé.
		schélium...	prismatique..	prismatique..	prismatique..	urane oxidulé.
				prismatique..	prismatique..	cérium oxid. silicifère.
		tantale....	prismatique..	prismatique..	prismatique..	fer chromaté.
				prismatique..	prismatique..	fer titané.
urane.....	indéterminé..	indivisible...	indivisible...	fer oxidulé.		
		indivisible...	indivisible...	francklinite.		
cérium.....	indéterminé..	indivisible...	indivisible...	fer oligiste.		
		indivisible...	indivisible...	fer oxidé.		
chrome....	tessulaire....	rhomboédriq.	axotome. R...	liévrite.		
		rhomboédriq.	octaédrique... dodécaédriq..	mangan. oxidé noir. Idem.		
fer.....	tessulaire....	rhomboédriq.	rhomboédriq.	mangan. oxidé gris.		
		rhomboédriq.	rhomboédriq.			
manganèse..	prismatique..	prismatique..	prismatique..			
		prismatique..	prismatique..			
arsenic....	indéterminé..	natif.....	natif.....	arsenic natif.		
		natif.....	natif.....	tellure natif.		
tellure....	indéterminé..	rhomboédriq.	rhomboédriq.	antimoine natif.		
		rhomboédriq.	rhomboédriq.	argent antimonial.		
antimoine..	prismatique..	prismatique..	prismatique..	bismuth natif.		
		prismatique..	prismatique..	mercure argentif.		
bismuth....	tessulaire....	octaédrique..	octaédrique..	mercure natif.		
		octaédrique..	octaédrique..	argent natif.		
mercure...	tessulaire....	fluide.....	fluide.....	or natif.		
		fluide.....	fluide.....	platine natif.		
argent.....	tessulaire....	hexaédrique..	hexaédrique..	fer natif.		
		hexaédrique..	hexaédrique..	cuivre natif.		
or.....	tessulaire....	hexaédrique..	hexaédrique..			
		hexaédrique..	hexaédrique..			
platine....	indéterminé..	natif.....	natif.....			
		natif.....	natif.....			
fer.....	tessulaire....	octaédrique..	octaédrique..			
		octaédrique..	octaédrique..			
cuivre.....	tessulaire....	octaédrique..	octaédrique..			
		octaédrique..	octaédrique..			
Pyrite...		nickel.....	prismatique..	nickel arsenical.		
		arsenic....	prismatique..	fer arsenical. Idem.		

## Observations du traducteur.

On comptait autrefois trois classes de systèmes minéralogiques : la première était fondée uniquement sur les caractères extérieurs, la seconde sur la composition et les caractères extérieurs, la troisième sur la composition seule. Les systèmes de Brunner, Werner et Haüy peuvent être considérés comme les types de ces diverses classes. Aujourd'hui, on ne compte plus que deux sortes de systèmes : la première, fondée uniquement sur la composition, est due à M. Berzelius ; elle paraît généralement adoptée en France ; la deuxième, fondée uniquement sur les caractères extérieurs, a pour auteur M. Mohs, et est principalement suivie en Allemagne.

La théorie électro-chimique ayant répandu un grand jour sur plusieurs classes de minéraux, et entre autres sur celle des substances terreuses, et les lois des proportions chimiques mettant à même de mieux saisir la constitution chimique des productions du règne minéral, un changement dans le système minéralogique de M. Haüy devenait nécessaire. M. Berzelius fit connaître, dans un ouvrage qui parut à Paris en 1819, ses idées à ce sujet. Il y divise les minéraux en deux classes, dont l'une était formée de corps simples et de corps combinés d'après le principe de la composition inorganique, et l'autre de corps combinés d'après le principe de la composition organique : la première de ces classes était subdivisée en familles, et ces familles rangées d'après l'élément électro-positif. Ce nouveau système fut reçu avec toute la faveur dont il était digne ; il paraissait cependant à quelques minéralogistes que l'élément électro-négatif, caractérisant mieux les combinaisons que ne le fait l'élément élec-

CLASSES.	SMOY GÉNÈRES.	SYSTÈMES CRISTALLINS.	ESPECES.	NOMS CORRESPONDANS D'HAÛY.		
2 <sup>e</sup> .	Pyrite . . . . .	cobalt . . . . . fer . . . . . cuivre . . . . .	tessulaire . . . . .	octaédrique . . . . .	cobalt arsenical.	
			tessulaire . . . . .	hexaédrique . . . . .	cobalt gris.	
			prismatique . . . . .	hexaédrique . . . . .	fer sulfuré.	
	Eclatant . . . . .	molybdène . . . . . bismuth . . . . . antimoine . . . . . mélan . . . . .	rhomboédrique . . . . . prismatique . . . . . prismatique . . . . . prismatique . . . . .	rhomboédrique . . . . .	rhomboédrique . . . . .	fer sulfuré blanc.
				prismatique . . . . .	rhomboédrique . . . . .	fer sulfuré ferrifère.
				prismatique . . . . .	octaédrique . . . . .	cuivre pyriteux.
	Blender . . . . .	cuivre . . . . .	prismatique . . . . .	tessulaire . . . . .	tétraédrique . . . . .	cuivre gris.
				prismatique . . . . .	prismatoïdique . . . . .	cuivre sulfuré.
				prismatique . . . . .	di-prismatique . . . . .	bournonite.
	Soufre . . . . .	soufre . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	cuivre sulfuré.
				prismatique . . . . .	hexaédrique . . . . .	argent sulfuré.
				prismatique . . . . .	hexaédrique . . . . .	plomb sulfuré.
	3 <sup>e</sup> .	Résine . . . . .	pyramidal . . . . . amorphe . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	tellure natif aurifère.
				prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	plombifère.
				prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	molybdène sulfuré.
Charbon . . . . .	minéral . . . . .	amorphe . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	bismuth sulfuré.	
			amorphe . . . . .	axotome . . . . .	antimoine sulf. brillant.	
			amorphe . . . . .	prismatique . . . . .	antimoine sulf. gris.	
Blender . . . . .	éclatant . . . . . grenat . . . . . pourpre . . . . . rubis . . . . .	tessulaire . . . . . tessulaire . . . . . prismatique . . . . . rhomboédrique . . . . . prismatique . . . . .	hexaédrique . . . . .	hexaédrique . . . . .	jamesonite.	
			prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	mercurure sulfuré.	
			prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	arsenic sulfuré jaune.	
Blender . . . . .	pourpre . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	arsenic sulfuré rouge.	
			prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	soufre.	
			prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	soufre.	
Blender . . . . .	rubis . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	arsenic sulfuré jaune.	
			prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	arsenic sulfuré rouge.	
			prismatique . . . . .	prismatique . . . . .	soufre.	
3 <sup>e</sup> .	Résine . . . . .	pyramidal . . . . . amorphe . . . . .	pyramidal . . . . .	pyramidal . . . . .	mellite.	
			amorphe . . . . .	jaune . . . . .	succin.	
			amorphe . . . . .	noire . . . . .	bitume.	
Charbon . . . . .	minéral . . . . .	amorphe . . . . .	bitumineux . . . . .	bitumineux . . . . .	houille.	
			amorphe . . . . .	non bitumin.	anthracite.	
			amorphe . . . . .	non bitumin.	anthracite.	

tro-positif, il eût encore été plus convenable de classer les familles d'après la première sorte. Ce fut, au reste, peu d'années après, que M. Mitscherlich reconnut que des corps composés d'éléments différens, mais d'atomes en nombre égal et combinés de la même manière, prennent la même forme cristalline. M. Berzelius, considérant alors que là où les échanges isomorphes sont les plus fréquens la classification devenait beaucoup plus difficile, et observant que, dans les combinaisons du règne minéral, on trouve de fréquens échanges entre les corps positifs les plus communs, tandis que, parmi les corps négatifs, on n'en a découvert encore que dans les acides phosphorique et arsénique, il jugea, aussi, qu'il valait mieux ranger les corps d'après leur principe électro-négatif, et il présenta un nouvel essai de classification fondé sur cette base. Dans ce dernier système, M. Berzelius conserve sa division des minéraux en deux grandes classes; celle des minéraux de composition inorganique et celle de composition organique: la première, comprenant dix-huit familles, qui se suivent depuis la plus positive jusqu'à la plus négative, est subdivisée en deux parties, dont l'une renferme les minéraux oxidés et l'autre ceux qui ne le sont pas. Ce système me semble aussi parfait qu'il peut l'être dans l'état actuel de nos connaissances; il est d'ailleurs beaucoup plus élémentaire que le premier, et peut, par cela même, plus facilement être employé par-tout. Je trouve, toutefois, qu'il laisse encore quelque chose à désirer relativement à la nomenclature: celle-ci est en effet partie chimique et partie empirique, tandis qu'elle devrait être tout un ou tout autre. Je sais bien que

la nomenclature chimique ne peut être appliquée avec avantage à un grand nombre de composés, par ex. à ceux qui sont silicatés; que, d'un autre côté, la nomenclature empirique, pour être générale, entraînerait l'adoption d'une foule de nouveaux noms, avec lesquels on aurait d'abord beaucoup de peine à se familiariser; cependant je n'en regarde pas moins comme une faute cet emploi de deux sortes de noms, et il serait d'autant plus à désirer qu'on cherchât à perfectionner cette partie du système, que chaque minéralogiste ayant, pour ainsi dire, une nomenclature différente, la synonymie est aujourd'hui la partie la plus difficile de la science.

Le traité du célèbre professeur de Freyberg, dont nous venons de donner un extrait, offre deux parties distinctes, la partie cristallographique et la partie systématique.

La partie cristallographique, présentée sous un nouveau jour, est à-la-fois très-ingénieuse et d'un emploi très-commode; la distinction établie entre les formes simples et les formes combinées est très-claire, elle avait jusqu'ici échappé aux cristallographes, qui les avaient confondues entre elles.

M. Mohs pense, ainsi que M. Weiss, que tous les cristaux ont un axe, et que c'est sur des éléments ayant un rapport direct avec cet axe que doivent être fondés leurs caractères géométriques principaux; mais tandis que ce dernier détermine le caractère géométrique principal de chaque forme par le moyen de l'angle, ou des angles que l'axe forme avec les faces adjacentes, le premier trouve le même caractère dans le rapport de l'axe au côté de la projection horizontale; et il détermine chaque forme simple par le moyen des angles plans et des angles d'inclinaison des

faces communes aux diversés arêtes exprimées en fonction de ces lignes.

Relativement à la liaison des formes simples entre elles, M. Mohs considère quatre formes fondamentales, qui sont analogues à celles de M. Weiss : ainsi que le professeur de Berlin, celui de Freyberg rejette entièrement les divers prismes considérés par Haüy comme étant des formes à axes infinis. Du reste, sa méthode de dérivation est entièrement différente de toutes celles connues jusqu'ici, et elle conduit à des séries qui sont le fondement de signes cristallographiques très-commodes. Les procédés de dérivation pourront à la vérité paraître quelquefois assez compliqués ; ils sont cependant tous pris dans la nature ; ils ont d'ailleurs cela de remarquable que les séries auxquelles ils donnent naissance n'ont jamais que 2 ou  $\sqrt{2}$  pour nombres fondamentaux.

La partie systématique du Traité de M. Mohs réunira sans doute moins de suffrages que sa partie cristallographique. Ici, M. Mohs suit le principe de l'histoire naturelle ; il traite la minéralogie comme on a coutume de traiter la zoologie et la botanique ; mais y a-t-il beaucoup de rapports entre les êtres organiques et les êtres inorganiques, et est-il possible de les comprendre dans une même méthode ? Qu'on relise, à ce sujet, les observations présentées par M. Berzelius dans ses *Nouveaux élémens de Minéralogie*, et on demeurera convaincu que la différence de composition de ces deux sortes d'êtres rend le principe de l'arrangement systématique, dans l'histoire naturelle organique, entièrement inapplicable à la nature inorganique. La classification proposée

par M. Mohs va d'ailleurs nous fournir de nouvelles preuves de ce fait.

Dans tous les anciens systèmes, fondés sur les caractères extérieurs, les minéraux étaient divisés en quatre classes, savoir : sels, terres, métaux et bitumes. M. Mohs n'en forme plus aujourd'hui que trois classes : dans la première sont les gaz, les acides et les sels ; dans la seconde les pierres et les métaux ; dans la troisième les bitumes. On ne voit pas trop déjà pour quelle raison on a cru devoir réunir dans une même classe les pierres et les métaux, dont les caractères extérieurs sont le plus souvent si différens, M. Breithaupt, qui a fait paraître, en 1829, un Essai de classification, offrant d'ailleurs de grands rapports avec celui de M. Mohs, n'a point suivi cette idée ; il a conservé les quatre classes, et je crois qu'en cela il a eu parfaitement raison.

La division en ordres des minéraux de la seconde classe offre d'ailleurs plusieurs disparates frappans, tant dans la succession de ces ordres que dans leur composition. La distinction établie parmi les substances connues autrefois sous le nom de métaux, en oxides, métaux, pyrites, éclatans et blendes, peut paraître assez bonne ; mais pourquoi en séparer l'ordre kérate, que l'on place entre les ordres baryte et malachite, avec lesquels il a si peu d'analogie ? Pourquoi les faire suivre de l'ordre soufre, qui paraît si singulièrement composé de ce minéral et des deux sortes d'arsenic sulfuré ? Ces derniers ne pouvaient-ils donc faire partie de l'ordre blende, et le soufre entrer dans la troisième classe ? Parmi les substances connues autrefois sous le nom de pierres, on trouvera sans doute l'ordre spath beaucoup trop étendu, on eût pu sans inconvénient

partager les minéraux qu'il comprend en deux ou trois ordres. Dans cette même partie du système, la plupart des ordres qui se suivent offrent sans doute des passages, comme de haloïde à baryte, de malachite à mica, de mica à spath, de spath à gemme; cependant peut-être aurait-on préféré voir ces ordres se suivre des plus tendres aux plus durs, ainsi qu'il suit : mica, malachite, haloïde, baryte, spath et gemmes; mais, pour cela, il eût fallu n'avoir égard pour ainsi dire qu'à une seule des propriétés naturelles des corps, tandis que le principe de M. Mohs est de considérer toujours l'ensemble de toutes leurs propriétés naturelles; ce même principe a conduit d'ailleurs à former quelques genres, qui sont composés de substances dont le rapprochement étonne : tel est le genre fluor-haloïde, dans lequel on voit la chaux fluatée réunie à la chaux phosphatée; tel est le genre euchlore-mica, dans lequel l'urane oxidé est réuni au cuivre arséniaté, etc. De ces considérations et de quelques autres, dans lesquelles nous nous dispensons d'entrer, il résulte donc que, dans l'essai de classification proposé par M. Mohs, les minéraux ne sont point encore rangés en une suite de groupes offrant des uns aux autres les mêmes ressemblances que ceux du système de la nature inorganique.

Quant à la nomenclature adoptée par M. Mohs, le principe duquel il part est sans doute fort bon et très-conséquent à son système; mais on regrettera toujours que parmi les noms d'ordres qu'il a conservés il y en ait plusieurs qui soient aussi des noms de genres ou même d'espèces, et que, parmi les noms de genres qu'il a imaginés, il y en ait un aussi grand nombre qui soient très-durs à prononcer.

## MÉMOIRE

*Sur l'existence du gypse et de divers minéraux métallifères dans la partie supérieure du Lias du sud-ouest de la France;*

PAR M. DUFRENOY, Ingénieur des Mines.

§ 1. LES formations calcaires comprises entre les terrains qui forment le groupe du grès bigarré et celui de la craie, lesquels constituent en grande partie la chaîne du Jura, sont désignées assez ordinairement sous le nom général de calcaire jurassique. Pendant long-temps, on n'avait admis aucune subdivision dans ces calcaires, quoique cependant on en pressentit l'existence. M. Charbault est le premier, en France, qui ait annoncé, dans un mémoire publié dans les *Annales des Mines*, tome IV, que les montagnes du Jura étaient composées de plusieurs assises distinctes. Déjà en Angleterre, où des falaises nombreuses sur une longue ligne de côtes permettent d'étudier ces formations avec beaucoup de détails, on les avait divisées en deux groupes principaux : l'un a été désigné sous le nom de *Lias*, et l'autre a reçu principalement le nom de *calcaire oolithique*. Ce dernier groupe présente, dans ce pays, trois étages distincts, séparés les uns des autres par des couches argileuses, dont la position est constante, et qui sont remarquables par les fossiles qu'elles renferment. On n'a pas encore jusqu'ici indiqué de gypse dans ces différentes couches calcaires, si ce n'est quelques cristaux, que l'on trouve disséminés çà et là dans les marnes du lias et dans l'argile qui forme la sépa-

Introduc-  
tion.



ration entre l'étage inférieur et l'étage moyen du calcaire oolithique, et qu'on distingue sous le nom d'*argile d'Oxford*. Aucun minéral métallique, à l'exception du fer, n'était encore connu dans ces formations avant le mémoire que M. de Bonnard a publié sur une formation métallifère observée dans le S.-O. de la France (1); il annonce dans ce mémoire que la galène et la calamine forment des amas et des veinules dans des couches calcaires siliceuses, qui, à la vérité, reposent immédiatement sur le granite, mais qui, dans les couches supérieures, paraissent passer à un calcaire tout-à-fait semblable à celui que l'on désigne sous le nom de calcaire à gryphites.

Le groupe inférieur de ces formations jurassiques forme une ceinture sur le plateau primitif qui occupe le centre de la France; il constitue également une bande assez continue sur le revers septentrional des Pyrénées; dans cette partie de la France, on y trouve du gypse en quantité très-considérable et des dépôts métallifères susceptibles d'exploitation.

Le calcaire qui renferme ce gypse et ces métaux est noir et marneux, caractères qui lui donnent de l'analogie avec le schiste marno-bitumineux du Mansfeld et avec le calcaire secondaire le plus ancien, qui forme la pente des Alpes; aussi le calcaire des Alpes, qui, d'après des observations récentes, paraît appartenir à la formation qui nous occupe, a-t-il été associé pendant long-temps au zechstein. Il est caractérisé par la présence des bélemnites, qui s'y trouvent souvent en très-grande quantité. Cette circonstance

(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 491.

m'a engagé à le désigner dans ce mémoire, au moins provisoirement, sous le nom de *calcaire à bélemnites*, quoiqu'il fasse partie du lias, comme je vais l'indiquer incessamment.

La présence du gypse dans cette formation me paraît intéressante à faire connaître, les terrains secondaires ne présentant jusqu'ici cette substance avec abondance que dans le groupe du grès bigarré comprenant les argiles muriatifères, le grès bigarré et les marnes irisées.

Le gypse se présente dans ce gisement avec des irrégularités qui ne permettent pas de reconnaître exactement sa position, quoiqu'on ne puisse douter qu'il ne soit subordonné à ce terrain. Ce caractère, commun à presque tous les dépôts de gypse, joint aux dérangemens qui les accompagnent si souvent, a fait supposer qu'ils pouvaient être postérieurs aux terrains dans lesquels on les observe. D'après cette supposition, il n'est pas étonnant d'en trouver au milieu du lias, et il ne serait pas impossible qu'il en existât dans chaque formation. Quelques observations me portent à croire qu'il en existe aussi dans le grès vert, qui forme une bande très-étendue sur le revers méridional des Pyrénées.

Avant d'entrer dans la description de ces dépôts de gypses, il est nécessaire que j'indique les caractères généraux du calcaire qui les renferme, et que je fasse connaître sa position dans les formations jurassiques.

Le groupe inférieur de ces formations, appelé *lias* par les Anglais, a été désigné en France sous le nom de *calcaire à gryphites*, à cause de l'abondance presque constante des *gryphées* arquées. D'après la description que M. Conybeare en donne dans son ouvrage sur la Géologie

logie de l'Angleterre (1), on voit qu'il présente deux assises différentes : l'une, composée de couches nombreuses et peu épaisses de calcaire compacte marneux bleuâtre, séparées par des couches très-minces d'argile, forme la partie inférieure de cette formation. C'est principalement dans cette partie que les gryphées arquées existent en grande abondance. Les autres coquilles les plus communes sont des ammonites, souvent d'une grande dimension, et des plagiostomes. Les espèces les plus caractéristiques sont l'*ammonites Bucklandi* et le *plagiostoma gigantea*.

L'assise supérieure du lias est formée presque exclusivement de marnes plus ou moins bitumineuses et plus ou moins feuilletées. Ces marnes contiennent des rognons d'un calcaire assez analogue à celui des couches inférieures. Ces rognons, disposés sur un même plan, souvent presque continus, offrent l'apparence de couches, de la même manière que les tubercules de silex dans la craie.

Les nombreuses dépouilles des ichthyosaures et des plésiosaures, sauriens, qui paraissent avoir vécu à l'époque où ces formations se déposèrent, se trouvent principalement dans ces marnes. Ce sont également elles qui contiennent le plus d'empreintes de poissons.

§ 2. Dans le centre de la France, ces couches marneuses ont pris un grand développement et se montrent avec des caractères qui ne leur sont pas habituels ; tandis que la partie inférieure du lias, qui correspond plus particulièrement au calcaire à gryphites, s'est beaucoup amincie et le plus souvent n'existe pas. Les rognons calcaires qui

(1) *Outlines, of the Geologie of England and Wales, etc.* ; par MM. Conybeare et W. Philips.

accompagnent les marnes ont également acquis une grande extension, soit par la multiplicité des assises, soit par leur réunion, qui les transforme en véritables couches, séparées toujours par des couches de marne.

Il existe, en outre, des couches calcaires peu épaisses, de 1 à 2 pieds de puissance, qui alternent avec ces masses.

Le calcaire bitumineux et fétide est généralement d'un gris de fumée assez foncé ; par son exposition à l'air, il blanchit à la surface et se décompose concentriquement ; il est souvent traversé de petits filons blancs, qui sont le plus ordinairement parallèles les uns aux autres et ne courent pas dans tous les sens, comme dans certains marbres de transition. Ces petits filons ne se prolongent pas dans les couches marneuses placées entre les couches calcaires ; ce qui fait présumer qu'ils sont contemporains ou très-peu postérieurs aux couches calcaires.

La silice existe en assez grande abondance dans ce terrain ; elle est rarement disséminée dans la masse ; elle forme tantôt des rognons ou petits amas siliceux, tantôt des bandes plus dures que la masse. Dans ce dernier cas, elle donne au calcaire la structure rubanée.

Les coquilles y sont assez nombreuses, mais peu variées. Les principales sont des ammonites, des térébratules, des peignes, des plagiostomes et des bélemnites ; ce dernier fossile, étant le plus abondant et sur-tout le plus constant, me paraît aussi caractéristique pour cette assise supérieure du lias que la gryphée arquée pour la partie inférieure ; ce qui m'a engagé, comme je l'ai dit plus haut, à la désigner sous le nom de *calcaire à bélemnites*.

Caractères de cette formation.

Développement des marnes du lias.

Gypse dans  
le calcaire.

§ 3. Ce calcaire contient des dépôts assez étendus de gypse tantôt saccharoïde, tantôt fibreux ; dans ce dernier cas, il est disséminé dans des marnes. Cette formation de gypse, du moins dans cette partie de la France, est ordinairement reconnaissable par le mélange au milieu du gypse d'une grande quantité de cristaux de quartz terminés aux deux extrémités ; ils sont semblables à ceux désignés sous le nom de hyacinthes de Compostelle.

Métaux dans  
le calcaire.

§ 4. Cette formation est métallifère. Elle renferme des couches de fer oxidé rouge, des nids, des veinules et de petits filons de galène et de calamine. Elle paraît différer de celle que M. de Bonnard a indiquée dans l'ouest de la France (1), celle-ci se rapportant à l'arkose et étant contemporaine au grès bigarré, peut-être aussi au quandersandstein, grès qui fait partie de la formation du lias. Il serait possible que les métaux se prolongeassent indifféremment dans ces deux formations, et que, dans l'une et l'autre, leur présence fût due à la même cause : du moins leur similitude de nature et de position tendrait à le faire présumer.

§ 5. Elle renferme en outre des couches de combustible minéral ou de houille, dont la puissance est quelquefois assez considérable pour qu'on puisse les exploiter avec avantage. On en voit dans le calcaire du Larzac, à la séparation des départemens de l'Aveyron et de la Lozère. Il paraît du même âge que celui de Whitby dans l'Yorkshire, ce dernier se trouvant au milieu de marnes rapportées généralement aux couches supérieures du terrain de lias.

(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 49.

Combustible  
dans le cal-  
caire.

Ce combustible a le plus grand rapport, par ses caractères extérieurs, avec la véritable houille, et il est souvent impossible de l'en distinguer quand on examine les échantillons isolément ; quelquefois même il possède comme elle les propriétés de coller en brûlant et de donner du coke. Toutefois, il l'égale rarement en qualité, et il est probable qu'il ne pourrait donner lieu, comme elle, à la création de grands centres d'industrie. Cette similitude de caractères entre des combustibles fossiles d'âges différens ne doit pas étonner, puisqu'il est probable qu'ils doivent tous leur origine à des végétaux enfouis, dans lesquels le passage à l'état bitumineux a été plus ou moins développé. Si une cause, que nous ne connaissons pas, a rendu cette altération généralement complète à l'époque où le terrain houiller se déposait, elle peut s'être produite en partie à d'autres époques, et les combustibles de la Provence qui se trouvent dans le terrain tertiaire en fournissent un exemple remarquable.

Les rapports de ce combustible avec la houille ne permettent pas de le désigner sous le nom de lignite, qui porte avec lui l'idée d'un tissu ligneux visible. Aussi cette espèce de charbon, qui se présente, dans presque toutes les formations, au-dessus du terrain houiller, est-elle souvent une cause de confusion, soit qu'on la désigne par le nom de houille ou par le nom de lignite, que beaucoup de personnes appliquent improprement à tous les combustibles autres que celui du terrain houiller. Il serait donc à désirer qu'on adoptât un nom nouveau pour désigner tous les combustibles fossiles, et qu'on les distinguât entre eux par des épithètes, qui indiqueraient soit

leur nature, soit les terrains dans lesquels ils se trouvent. En attendant qu'on ait adopté un nouveau nom, nous le désignerons sous celui de houille.

Position  
géologique  
du calcaire  
à  
bélemnites.

§ 6. Le calcaire à bélemnites repose dans plusieurs points (près d'Aubenas et d'Alais) sur le calcaire à gryphites; ce qui établit sa position géologique. Dans beaucoup de localités, à la vérité, il est placé immédiatement sur le grès bigarré; ce qui tient à ce que le muschelkalk, les marnes irisées et le quadersandstein manquent dans cette partie de la France. Il est souvent recouvert par une argile sablonneuse micacée, qui me paraît se rapporter au sable de l'oolithe inférieur et qui le sépare des formations oolithiques.

Ordre de la  
description.

Ce calcaire forme une bande presque continue sur les pentes méridionales du massif primitif qui occupe le centre de la France. Il est sur-tout très-développé dans les départemens de l'Ardèche et du Gard. Il existe également dans le département de l'Aveyron, où il forme deux bandes opposées, séparées l'une de l'autre par le massif de terrain ancien qui constitue les hautes montagnes du Rouergue et se rattache à la montagne Noire. Dans ces deux bassins, les caractères de ce calcaire sont très-différens; ce qui m'avait d'abord fait croire, ainsi que je l'indiquerai en les décrivant, qu'ils pouvaient appartenir à deux formations distinctes.

Quoique le but principal de ce Mémoire soit de faire connaître les dépôts gypseux et métallifères qui existent dans la formation du lias, je ne puis séparer leur description de celle du calcaire qui les renferme; cette description est d'ailleurs nécessaire pour justifier le rapprochement que j'ai fait de ce calcaire avec l'assise supérieure du lias.

J'énumérerai par ordre géographique les différens exemples que je vais donner, en commençant par les environs de Figeac, dans le département de l'Aveyron. Je suivrai ensuite cette bande calcaire sur la pente des Cévennes, et je terminerai en indiquant de semblables dépôts sur la pente septentrionale des Pyrénées. Cette manière de procéder, outre la faculté qu'elle procure de suivre plus facilement sur une carte, présente encore, dans ce cas, l'avantage de ne décrire les dépôts de gypse qu'après avoir bien fait connaître la nature et la position du calcaire, le gypse n'existant pas dans les premières localités que nous avons à décrire.

§ 7. (*Environs de Figeac.*) Dans le bassin du Lot, le calcaire s'appuie immédiatement sur le terrain houiller qui contient des porphyres (1).

A la Magdeleine, au passage du Lot, dans la descente de Figeac, à Cap de Nac, etc., enfin sur les rives du Lot, le grès houiller se voit immédiatement dessous le calcaire. Celui-ci est compacte, rempli de cavités et comme carié. Il forme des couches de 18 pouces à 2 pieds d'épaisseur, inclinées de 8 à 10 degrés vers l'ouest. Les cavités sont remplies d'une matière argileuse blanche, assez légère, qui tache en blanc comme de l'argile en poudre, et qui tombe quand on casse les échantillons. Ces cavités sont de grandeurs très-variables, depuis une demi-ligne jusqu'à plusieurs pouces. Cette multiplicité de cavi-

Nature du  
calcaire.

(1) Les caractères particuliers que l'on observe dans le calcaire de Figeac sont peut-être dus à la présence des porphyres que renferme le terrain houiller qu'il recouvre. Cette présomption paraît d'autant plus probable que, dans plusieurs localités où il repose sur ce terrain, il possède les mêmes caractères, tandis qu'il se présente d'une ma-

tés rappelle la raüchwacke des Allemands, et la substance argileuse qui les remplit ressemble à la poussière jaunâtre qui enveloppe les concrétions de calcaire magnésien des environs de Sunderland; ce calcaire renferme, en outre, de la magnésie. Un échantillon du calcaire m'a donné 0,40 de carbonate de magnésie, et la poudre en contenait 0,28 avec un résidu insoluble assez considérable. Quand on examine avec soin les échantillons très-riches en magnésie, comme celui dont je viens de rapporter l'analyse, on reconnaît qu'ils sont un peu cristallins et qu'ils ont du rapport avec les dolomies jurassiques.

Galène et  
calamine  
dans le cal-  
caire.

Ce calcaire renferme, à Combecave, près Figeac, une couche de calamine de 0<sup>m</sup>,40 de puissance moyenne. Cette calamine, ainsi qu'on le voit dans la description qu'en a donnée M. Cordier (1), est terreuse; elle se divise en masses irrégulières, poreuses et criblées de cavités; elle est accompagnée de baryte sulfatée, de galène, substances qui sont également disséminées en petits nids, en rognons et en veinules courant dans tous les sens; la galène se trouve aussi en petits amas et en petites veinules dans les couches calcaires qui avoisinent la couche métallifère. Le terrain où existe ce dépôt métallifère est tellement cultivé, qu'il est très-difficile de reconnaître actuellement sa structure; mais on trouve de la galène et de la calamine répandues çà et là dans la terre végétale qui recouvre cette couche.

Au-dessus de ce calcaire carié, il existe différentes couches d'argile schisteuse noirâtre et de calcaire compacte. Les premières couches sont

nière très-différente lorsqu'il est immédiatement sur le grès bigarré.

(1) *Journal des Mines*, t. XXII, p. 28.

beaucoup plus terreuses. L'argile schisteuse alterne quelquefois avec le calcaire compacte en couches si minces, qu'on peut en réunir plusieurs dans un même échantillon.

Je n'ai observé que très-peu de fossiles; ce sont quelques bélemnites et des ammonites fort rares. Les rapports de caractères extérieurs et de composition m'avaient fait d'abord rapprocher ce calcaire du zechstein des Allemands et du calcaire magnésien des Anglais (1). Ce rapprochement me paraissait d'autant plus probable que la galène et la calamine sont disséminées en veinules et en petites couches dans le calcaire de ces deux contrées (à Tarnowitz en Silésie et dans les Mendip-Hills dans le Shropshire) de la même manière qu'à Combecave.

Ayant été à même de visiter dernièrement cette contrée, j'ai reconnu que près de Figeac, entre cette ville et Mont-Redon, le calcaire repose sur des couches de grès et de marne appartenant à la formation de grès bigarré. Cette superposition m'a convaincu que le calcaire de Figeac était plus moderne que le calcaire alpin, et qu'il appartenait probablement à la formation qui nous occupe. Je n'é mets encore cette opinion qu'avec quelque doute, parce que les caractères extérieurs du calcaire de Figeac ne sont pas ceux qu'on observe dans le calcaire à bélemnites, et qu'il a beaucoup de rapport avec le muschelkalk. Il est vrai que ce calcaire passe à la formation qui nous occupe et qu'il n'en diffère que dans les parties en contact avec le grès, dans lequel il est presque toujours à l'état de dolomie.

(1) *Notice sur le gisement de la calamine en Angleterre; Annales des Mines*, tome X, page 481.

Le calcaire carié se retrouve en plusieurs lieux ; il sert de point de départ pour connaître les autres formations : on le voit au haut de la plaine de Lunel, près Saint-Cyprien, où il recouvre immédiatement le grès bigarré, dans lequel le ciment ferrugineux se concentre et produit un minéral très-riche de fer oxidé rouge.

A Mourthon, à une lieue sud de Villefranche, sur la route d'Alby, le calcaire carié existe également ; il repose sur le grès houiller, qui forme une bande de 30 ou 40 pieds de puissance au plus, et qui recouvre immédiatement les montagnes de granite aux pieds desquelles coule l'Aveyron. Dans ces deux dernières localités le calcaire, comme à la Magdeleine, contient dans ses cavités une matière terreuse ; mais en outre la couche inférieure est grenue et s'écrase entre les doigts à la manière des dolomies ; il est pénétré de petits trous et comme criblé ; structure que l'on remarque dans les dolomies, et qui paraît due à la nature de cette roche, composée de petits rhomboédres agglomérés et réunis par leurs parties saillantes.

Dolomie.

Ce calcaire saccharoïde ou plutôt granulaire passe, par des degrés insensibles, à un calcaire compacte à tissu très-serré, dans lequel on aperçoit encore le chatoiement de quelques lames ; enfin, dans les couches supérieures, le calcaire est compacte et conchoïde et quelquefois siliceux ; il est recouvert de couches schisteuses et très-marneuses.

Ce calcaire compacte forme les rives du Lot, depuis les environs de Figeac, jusque près de Cadrieux ; il renferme, près de ce village, une couche de mauvaise houille très-pyriteuse, de 0<sup>m</sup>,30 à 50 de puissance ; elle est accompagnée d'argile schisteuse souvent mélangée avec le com-

bustible, de manière qu'il n'y a qu'une très-petite partie de la couche seulement qui puisse être employée. La proximité et l'abondance de la houille d'Aubin a fait abandonner, depuis plus de quarante ans, des recherches qu'on avait entreprises sur cette couche, dont l'affleurement se montre au jour sur l'escarpement presque à pic qui borde la rive droite du Lot.

Près de Figeac, le calcaire carié est immédiatement recouvert par un calcaire sublamellaire faisant partie de l'étage inférieur du terrain oolithique, analogue à celui que M. de Bonnard a désigné par le nom de calcaire à entroques (1) ; il est aussi pénétré de cavités, ce qui apporterait quelques difficultés à l'étude de ces terrains, si la structure de la roche n'était essentiellement différente du calcaire inférieur.

En s'éloignant un peu des bords du Lot, près de Saint-Remy, à Faroux et à Villeneuve, le calcaire carié est recouvert immédiatement par des couches nombreuses de marnes schisteuses noires bitumineuses ; elles renferment de gros rognons ou *septaria* de calcaire compacte marneux, paraissant n'être autre chose que des parties marneuses agglutinées par un ciment calcaire. Quelquefois ces *septaria* prennent un tissu un peu lamellaire, par la présence d'une grande quantité d'entroques ; lorsqu'ils sont marneux ils se décomposent par l'action de l'air. Ils deviennent blanchâtres à la surface, et présentent des zones différemment altérées ; le centre est bleuâtre. Il existe entre les feuillettes de cette marne de nombreux cristaux de gypse très-petits, qui paraissent dus à la réaction des pyrites sur la chaux carbo-

(1) Mémoire sur quelques parties de la Bourgogne, *Annales des Mines*, t. X, p. 432.

natée de ces marnes, du moins ces cristaux ne sont visibles que dans les parties altérées par l'action de l'air.

Cette description fait voir qu'il règne la plus grande ressemblance entre ces marnes et celles qui existent à la partie supérieure du lias. Cette analogie est en outre confirmée par les coquilles fossiles que ces marnes renferment, et par leur position au-dessus d'une argile micacée, qui me paraît devoir se rapporter au sable de l'oolite inférieure.

Fossiles.

Les fossiles les plus constans, sont :

- Des bélemnites (*B. apicicurvatus*) (1);
- Des térébratules (*T. tetraedra, ornithocephala*);
- Des plagiostomes (*plagiost. punctata, sulcata*);
- Des peignes (*pecten equivalvis*);
- Des ammonites (*am. stokesi, Valcotii*);
- Des spirifères (*spirifer Valcotii*, variété);
- Des pentacrinites (*P. caput Medusæ*);
- Des trigonies (*T. trigonia striata*);
- Des pinnes-marines, très-rares (*P. lanceolata*);
- Des gryphées (*gryphæa gigantea, Macculochii, cymbium*).

Cette dernière espèce de gryphées, assez rare dans cette formation, est abondante dans les couches qui la recouvrent et dont nous allons bientôt parler.

Les bélemnites sont beaucoup plus constantes et plus abondantes que les autres. On en trouve fréquemment des quantités assez considérables dans les ravins qui sillonnent ces marnes.

Les ammonites sont quelquefois pyritisées.

Au-dessus, il existe une couche argileuse mi-

(1) Je dois à la complaisance de M. Lefroy, ingénieur en chef au corps royal des mines, la détermination des fossiles cités dans ce mémoire.

cacée analogue au sable de l'oolite inférieur que l'on voit dans la tranchée ouverte pour le canal de Bradford, près Bath. Quelquefois cette couche devient très-argileuse; elle est alors employée à la fabrication des briques. Le plus ordinairement elle contient des masses aplaties de rognons solidifiés, présentant une infinité de bélemnites, des térébratules et quelques peignes. Ce calcaire un peu sableux me paraît analogue à celui de Villers-Bocage près Caen, dans lequel les bélemnites sont très-abondantes. On y trouve, ainsi que je viens de le dire, des *gryphæa cymbium* en grande quantité :

- Des térébratules (*T. obsoleta*);
- Des mélanies (*M. striata*);
- Des ammonites (*A. annulatus*);
- Des bélemnites (*B. bisulcatus*);
- Des peignes (*pecten obscurus*).

Immédiatement au-dessus de cette couche argilo-sableuse, repose, ainsi que je l'ai indiqué, un calcaire sublamellaire, paraissant saccharoïde à la première inspection : il doit cette structure à la multiplicité d'entroues dont il est composé; il contient, en outre, des pointes d'oursins. Ce calcaire est généralement rougeâtre, rempli de petites cavités dues à des parties terreuses qui ont été entraînées par les eaux; ces cavités atteignent souvent plusieurs pieds d'étendue. Cette couche renferme des rognons de calcaire spathique un peu jaunâtre et qui paraît être ferro-manganésifère. Elle contient fréquemment de petits amas de fer oxidé rouge et même des grains oolithiques ferrugineux; ils deviennent quelquefois assez abondans pour être susceptibles d'exploitation, comme à Vieuzac, près de Villefranche, où ce minéral de fer forme une couche puissante.

Étage inférieur du calcaire oolithique.

Ce calcaire est peu riche en fossiles variés : on y trouve une grande abondance de petites térébratules (*Tereb. concinna*) et quelques valves d'huîtres. Il forme les sommités de presque toutes les collines calcaires qui existent depuis Villefranche jusqu'au-delà de Figeac.

§ 8. (*Environs de Milhau*). A l'extrémité sud du département de l'Aveyron, aux environs de Milhau, le calcaire recouvre une grande surface; il se prolonge dans celui de la Lozère et forme le plateau du Larzac. M. Combes ayant décrit ce calcaire avec beaucoup de précision dans un Mémoire inséré dans le tome VIII des *Annales des Mines*, page 371, j'en rappellerai seulement ici les principaux caractères.

Ce calcaire repose sur le grès bigarré à Saint-Affrique; on voit également cette superposition dans les parties basses des vallées entre Saint-Affrique et Saint-Georges; les premières couches sont grenues, très-dures et paraissent siliceuses à la première inspection; mais l'essai indique qu'elles sont dolomitiques, circonstance analogue à ce que j'ai indiqué à Figeac, à Villefranche et presque par-tout où j'ai pu observer le contact du calcaire avec le grès inférieur. Cette dolomie forme ici des couches très-régulières: elle est recouverte immédiatement par des couches de calcaire compacte gris assez foncé, blanchissant par son exposition à l'air. La stratification est généralement horizontale; lorsque les couches sont inclinées, l'inspection des localités indique bientôt que cette circonstance est une exception, due à la présence des terrains anciens, qui forment un avancement, sur lequel s'appuie alors cette formation.

Le calcaire est souvent pénétré de petits filons

blancs; il est en couches assez épaisses, alternant avec des marnes schisteuses noires; ces dernières sont beaucoup plus abondantes à la partie supérieure de la formation, où elles acquièrent une grande épaisseur. On les voit couronner toutes les sommités situées entre Saint-Affrique et Milhau. Leur facilité à se désagréger donne à ces montagnes la forme d'une réunion de petits cônes; les couches calcaires, très-rares et presque entièrement marneuses, sont représentées dans cette partie supérieure par des rognons calcaires abondants et disposés par plans parallèles aux couches. Ils sont souvent chargés de carbonate de fer et deviennent ocreux par la décomposition; on y trouve des pyrites, qui, dans quelques cas, paraissent avoir été le centre d'action, autour duquel le suc calcaire s'est concentré pour former ces ellipsoïdes. Les pyrites, abondantes dans ces marnes, donnent, par leur décomposition, des schistes alumineux; les bélemnites sont encore, dans cette localité, les fossiles caractéristiques, comme dans les environs de Villefranche; on y trouve, en outre,

- Des térébratules (*T. tetraedra*);
- Des ammonites (*ammonites Valcotii*);
- Des peignes (*pecten equivalvis*);
- Des bélemnites (*B. apicicurvatus*).

Il existe deux couches de houille qui courent de l'Est à l'Ouest comme le terrain, et paraissent se prolonger très-loin; on les retrouve dans le département de la Lozère, où elles sont exploitées au Pompidou et aux Rosiers. L'une de ces couches, la supérieure, est exploitée dans les mines de Saint-Georges, Lusençon, Cantorbe, la Liquisse, etc. Sa puissance est d'environ 3 pieds; elle est comprise, ainsi que la supérieure,

Houille dans  
le calcaire.



entre deux couches de marnes bitumineuses, exploitées pour la fabrication de l'alun, à cause de la grande quantité de pyrites qu'elles contiennent. Ce combustible a tous les caractères de la véritable houille, dont il est impossible de le distinguer par ses caractères extérieurs. Il est d'un beau noir luisant; sa cassure est grenue et imparfaitement schisteuse; il brûle sans donner l'odeur désagréable que les lignites caractérisés développent souvent; il colle peu, et, sous ce rapport, il se rapproche de la houille sèche; il produit assez de chaleur pour être employé à la forge, et les maréchaux du pays ne se servent que de ce combustible; il est très-mêlé de matières terreuses, ce qui le rend impropre à beaucoup d'emplois. D'après une analyse de M. Combes, un échantillon assez pur de ce combustible contenait 13 pour 100 (1) de matières terreuses.

Ces couches de houille, quoique appartenant essentiellement à cette formation, en occupent tout-à-fait la partie supérieure; elles sont au-dessus des couches calcaires et marneuses qui renferment les ammonites, les bélemnites, les térébratules et autres coquilles plus rares. Cette disposition me paraît rapprocher ces mines de celles exploitées à Whitby, dans l'Yorkshire.

Au sortir de Milhau, en se dirigeant sur Rhodéz, cette formation calcaire est recouverte par une argile marneuse renfermant des paillettes de mica très-analogues à celles que j'ai indiquées à Saint-Remy (page 360), près Villefranche, comme représentant assez bien le sable de l'oolithe inférieure; ce qui me confirme encore l'exactitude de ce rapprochement, c'est qu'elle est recouverte

(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 3.

quelquefois par un oolithe ferrugineux imparfait et par quelques plaques de calcaire oolithique, se délitant en petits fragmens, comme on l'observe dans l'étage inférieur des formations oolithiques de cette partie de la France.

Cette formation calcaire renferme des grottes très-vastes; on en observe plusieurs dans la vallée de la Dourbie, notamment celles de Monna, d'Hispagnac, etc.; elles sont garnies de stalactites; il en sort quelquefois des sources d'une abondance remarquable: telles sont celles de Florac et de Saint-Fulmine (Lozère).

On trouve, dans cette formation, de la galène en filons et en petits amas contemporains, comme à Allenc, dans la Lozère (Mémoire de M. Marrot; *Annales des Mines*, tome VIII, page 468); ce qui fournit un rapprochement de plus avec le calcaire de Figeac, et vient appuyer sa réunion à cet étage géologique.

§ 9. (*Environs de la Voulte et d'Aubenas.*) La formation de calcaire à bélemnites forme une bande assez large et très-développée sur le revers Est des montagnes de l'Ardèche; elle commence près de la Voulte et existe presque continuellement jusqu'à Lodève; quelquefois elle s'appuie immédiatement sur le terrain ancien, le plus souvent sur le grès houiller, qui forme aussi une bande assez continue, et qui présente quelques dépôts importans comme ceux d'Aubenas, d'Alais, du Vigan et de Bédarieux. Enfin elle repose, dans quelques points, sur le calcaire à gryphites, auquel elle passe insensiblement; elle est presque toujours recouverte par du calcaire lamellaire appartenant au terrain oolithique, qui forme une seconde bande plus rapprochée du Rhône. Lorsqu'il est immédiatement en contact avec les ter-

Galène dans  
le calcaire  
du Larzac.

rains anciens ou le grès houiller, les couches inférieures présentent quelquefois des caractères particuliers. Le calcaire, quoique terreux, grenu et nacré, passe à l'état de dolomie; il alterne aussi avec quelques couches sableuses, et même avec un véritable grès, que M. Brongniart (1) regarde comme lié avec l'arkose. Ces grès sont assez constans vers la partie inférieure de cette formation; on les observe dans presque toute la bande que nous décrivons, quand la disposition du terrain les met à découvert.

Superposition du calcaire à bélemnites sur le calcaire à gryphites.

À la Begude-Blanche, demi-lieue nord d'Aubenas, il existe entre le grès houiller, qui se rattache au bassin de Prades, Naigles et Jaujac, et le calcaire à bélemnites, une couche très-mince d'un calcaire schisteux dur, contenant une assez grande quantité de petites gryphées imparfaites.

Près d'Alais, le calcaire à gryphites est plus prononcé; il est recouvert par le calcaire à bélemnites, qui se lie avec lui sans qu'on puisse en fixer la ligne de séparation; mais les gryphées arquées ne se présentent pas de nouveau au-dessus; ce qui confirme que ce calcaire, quoique dépendant du calcaire à gryphites, en forme la partie supérieure. En suivant la montée d'Aubenas, on s'élève dans les couches supérieures de ce terrain, composé d'une grande multitude de couches de calcaire gris de fumée assez foncé, traversé de beaucoup de petits filons blancs. Les couches sont séparées par des marnes peu épaisses, qui se délitent facilement et laissent des vides entre elles.

Souvent, lorsque les couches sont inclinées,

(1) *Annales des Sciences nat.*, juin 1826.

elles glissent et se fendent en tous sens; le pays présente alors des bouleversemens dans tous les sens, comme entre Joyeuse et Saint-Ambroix; il est entièrement dépourvu de terre végétale, et l'on aperçoit seulement çà et là quelques ceps de vigne et quelques oliviers, qui croissent dans les fentes des rochers.

En se dirigeant d'Aubenas vers les Vaus, l'Argentièrre ou Joyeuse, on traverse le calcaire à bélemnites, qui se présente avec des caractères différens; il est marneux, noir et schisteux, au lieu d'être compacte, comme au nord d'Aubenas; il forme rarement des couches, il est plutôt en rognons aplatis et contigus; la surface de ces rognons se décompose et devient blanchâtre. Ce calcaire noirâtre se délite à l'air; il se casse très-irrégulièrement quand on le frappe, et prend l'empreinte du marteau.

Ce calcaire marneux noir, soit en couches ou en rognons, alterne avec des couches marneuses, qui deviennent dominantes.

Ces marnes sont schisteuses et se délitent facilement à l'air. Quelques-unes, moins altérables, produisent des débris schisteux; leur décomposition donne naissance à une foule de petits monticules, qui couvrent presque entièrement le sol et lui communiquent une grande aridité.

Près de Saint-Brès, ces marnes bitumineuses ont les caractères extérieurs des schistes marno-bitumineux du Mansfeld, et si on ne visitait que ces localités, on serait plutôt porté à associer ces formations au zechstein et aux marnes qui en dépendent, qu'à les rapporter au calcaire à gryphites. Près St.-Etienne-de-Fontbellion, où l'on voit une belle coupe de cette formation argilo-calcaire, on

Couches marneuses très-abondantes.

argilo-calcaire

trouve à la partie inférieure, et seulement dans quelques escarpemens, un calcaire noir pénétré d'une multitude d'entroques fossiles, en général peu abondans dans ce calcaire. J'y ai vu quelques bélemnites, toujours empâtées dans les marnes, quelques ammonites (*ammonites Valcotii* et *Johnstonii*), des peignes trop imparfaits pour être déterminés, et des térébratules.

Ces marnes schisteuses renferment quelques veines de lignite.

Dans plusieurs points, notamment à la Chapelle, cette formation est recouverte par du calcaire spathique analogue à celui de Figeac, appartenant probablement à l'étage inférieur du terrain oolithique. Ces couches, peu étendues, presque impossibles à indiquer sur une carte, servent à constater la place du calcaire à bélemnites entre le calcaire à gryphites et l'assise inférieure du terrain oolithique. Les bélemnites, si abondantes dans le calcaire inférieur, se retrouvent encore dans le calcaire lamellaire; il y existe aussi de petites térébratules. Dans plusieurs points, on trouve de la galène disséminée en petits filons dans le calcaire à bélemnites.

Fer oligiste  
de la Voulte.

Près de la Voulte, le calcaire à bélemnites repose à stratification non concordante sur le schiste micacé, qui forme en partie les montagnes de la Lozère. Dans cette localité, le calcaire renferme une couche de fer oligiste non métalloïde de 5 à 6 mètr. d'épaisseur. Ce minéral y est tantôt compacte, parfaitement pur, tantôt feuilleté et mélangé d'argile disséminée en veines de plusieurs pouces d'épaisseur. Cette couche, coupée par le lit d'un petit ruisseau qui se jette dans le Rhône, affleure à la surface sur un quart

de lieue d'étendue. Le centre de la couche est plus riche que les extrémités : pendant longtemps on n'exploitait que cette partie.

Dans les couches schisteuses, qui forment le toit et le mur de la mine, on trouve assez fréquemment des rognons de fer carbonaté, analogues à ceux des houillères; seulement ils renferment une plus grande proportion de carbonate de chaux que ces derniers.

§ 10. (*Environs de la Salle et de St.-Hippolyte.*) Les exemples précédens suffisent pour indiquer la nature et la place du calcaire à bélemnites; je vais en ajouter quelques autres, pour faire connaître la disposition du gypse dans cette formation. Je commencerai par les environs de la Salle et de Saint-Hippolyte (Gard), dont les couches, formant le prolongement de celles d'Aubenas, l'Argentière, etc., appartiennent évidemment à la même formation.

Le calcaire à bélemnites y est associé avec des couches nombreuses de grès; il renferme en outre des amas de gypse assez considérables.

Le terrain ancien des Cévennes avance au Sud vers la Salle et s'étend jusqu'à moitié chemin de cette ville et de Saint-Hippolyte. Sur le granite, qui, dans cet endroit, est porphyroïde et renferme de très-grands cristaux de feldspath, repose une formation de grès et de calcaire, qui, au premier abord, pourrait paraître fort ancienne; mais elle est liée avec le calcaire à bélemnites, qui la recouvre immédiatement. J'ai observé quatre alternatives de ces grès et de ces calcaires. La couche en contact avec le terrain ancien est un calcaire dur, légèrement grenu, et se cassant dans

dans tous les sens en fragmens anguleux. Le grès qui recouvre est à grains très-fins, à ciment siliceux, et analogue au grès luisant des environs de Paris par ses caractères et sa solidité.

Couches de grès associées au calcaire. Le calcaire de la seconde couche est compacte, d'un gris foncé et pénétré de filons dans tous les sens.

Le second grès est également très-solide, mais à grains beaucoup plus gros que le premier. Le calcaire qui lui succède est entièrement semblable au précédent.

Dans le troisième grès, les grains sont beaucoup moins serrés que dans les autres; ce grès est également quarzeux, mais moins solide: il ressemble au grès le plus ordinaire dans les houillères. Il existe même une petite couche de grès schisteux dont les feuilletés sont noirs, et présentent des parties charbonneuses.

Au-dessus de ce grès, le dernier de cette formation, repose un calcaire en partie compacte et en partie grenu. Semblable à la dolomie jurassique de M. de Buch, il est pénétré, dans tous les sens, de petits filons blancs; il passe par degrés insensibles à un calcaire extrêmement grenu, composé de petits rhomboédres accolés les uns aux autres, âpre au toucher, se désagrégeant entre les doigts, et donnant un reflet un peu nacré quand on le fait mouvoir à la lumière; il contient de la magnésie en proportion très-rapprochée de celle qui constitue la dolomie (1). Au milieu de ce calcaire grenu, il existe une couche con-

(1) L'analyse d'un échantillon très-grenu m'a donné:

Carbonate de chaux.....	50,60
Carbonate de magnésie..	47,20

Dolomie dans ce calcaire.

tenant des coquilles assez imparfaites et altérées, appartenant au genre térébratule.

Le même passage que l'on a observé au-dessous de cette dolomie se retrouve au-dessus, c'est-à-dire qu'elle passe par degrés insensibles à un calcaire compacte.

Ce calcaire est fétide; il développe, par la percussion, une odeur bitumineuse qui est sur-tout très-sensible quand il est échauffé par les rayons du soleil. Il contient de la galène; j'en ai vu des indices dans les environs de Figaret, entre Saint-Hippolyte et Lasalle; il en renferme aussi près de Montblet, où le terrain présente quelque différence, comme je vais l'indiquer. Cette galène, autant que j'ai pu m'en assurer, paraît contemporaine à la dolomie. Elle serait dans un gisement analogue à celle de Combecave, d'Alenc, etc. Ce minéral est beaucoup plus abondant près de la petite ville de Durfort, où il est exploité. Il est accompagné de blende, de baryte sulfatée et de chaux fluatée. Le gisement est partie en filons, partie en veinules contemporaines.

Galène dans la dolomit.

Le calcaire dolomitique existe principalement sur la rive gauche de la Vidourle; mais on le retrouve aussi sur la rive droite. Ici, il est recouvert par un calcaire entièrement différent du précédent, et qui possède au contraire tous les caractères propres au calcaire à bélemnites; aussi je les avais primitivement séparés, et j'avais assimilé

Résidu insoluble.....	1,60
Perte et bitume.....	0,60

La proportion du carbonate de magnésie excède un peu celle qui a lieu dans la dolomie, laquelle est composée de 54 de carb. de chaux et 46 de carb. de magnésie; peut-être la calcination n'était-elle pas complète.

celui qui contient la galène au zechstein. Cette séparation artificielle ne doit plus exister, puisqu'on n'observe aucune différence dans la stratification, et que j'ai associé le calcaire de Figeac à la formation qui nous occupe.

Le calcaire supérieur est noir, fétide, compacte et à cassure conchoïde; il renferme de nombreuses bélemnites, des térébratules, etc. J'y ai vu une ammonite (*Am. Valcotii*, variété); il contient des rognons et des veinules de quartz lydien, circonstance que l'on observe quelquefois dans la dolomie. Les couches de ce calcaire sont moins inclinées que celles de la dolomie; elles s'enfoncent sous les formations oolithiques, dont les couches horizontales recouvrent une étendue considérable du côté du département de l'Hérault. C'est le même calcaire qui constitue la montagne dite l'Ermitage-aux-Loups, la plus haute montagne calcaire de ce pays.

Sur le revers opposé des montagnes calcaires de Saint-Hippolyte, du côté de Montblet et de Durfort, on retrouve la dolomie, que je viens d'indiquer, mais seulement dans quelques points. Presque par-tout le terrain est composé de marnes schisteuses et bitumineuses, exactement semblables à celles que j'ai indiquées près de Saint-Ambroix et de Saint-Brès; les environs de Montblet en sont presque exclusivement formés. Elles renferment, comme je l'ai déjà indiqué plusieurs fois, des rognons calcaires ellipsoïdaux assez considérables. Ces rognons et ces marnes m'ont offert quelques bélemnites, deux ou trois peignes et des térébratules.

Gypse dans  
le calcaire.

Dans les environs de la Salle et de Saint-Hippolyte, le calcaire est associé avec du gypse, qui est exploité dans un assez grand nombre de

points. Le gypse est en général saccharoïde; il contient quelques cristaux de quartz terminés des deux côtés, analogues à la variété décrite sous le nom de *hyacinthe de Compostelle*. Ces cristaux se retrouvent avec plus ou moins d'abondance dans tous les dépôts gypseux de cette époque, assez nombreux dans cette partie de la France, et ils y sont presque caractéristiques. Le gypse est accompagné de marnes rougeâtres et verdâtres, au milieu desquelles il paraît être plutôt déposé en amas qu'en couches. Les couches de marnes sont contournées. Les différens dépôts que j'ai visités dans ce canton reposent tous sur le granite et ne sont recouverts par aucune couche, de sorte que je ne savais à quelle formation les rapporter; j'étais porté à les regarder comme analogues à ceux des Alpes, que M. Brochant de Villiers a rangés dans le terrain de transition. Mais ayant vu peu de temps après, et à une petite distance de la Salle, des gypses semblables à ceux-ci reposer sur le calcaire à bélemnites, j'ai pensé que tous ces dépôts gypseux étaient de même âge, et qu'ils appartenaient à la formation du lias. Cette présomption a été confirmée par M. Combes, ingénieur des mines, qui a visité ce pays depuis moi. Il annonce, dans une *Notice* jointe au *Catalogue* d'une collection de ce terrain qu'il a envoyé à l'École des mines, que ce gypse est enclavé dans le calcaire; il s'exprime ainsi: « Dans le ravin appelé des plâtrières, on aperçoit bientôt sur les deux côtés des amas de gypse, dont plusieurs sont en exploitation. Ces amas sont placés par-dessus le calcaire à bancs inclinés, qui forme le fond de la vallée. Le gypse y est de couleur blanche, grise ou rouge. Sa tex-

» tûre est rarement fibreuse, quelquefois grenue,  
 » le plus souvent compacte, et la cassure est sac-  
 » charoïde. Le gypse est très-souvent entrelacé  
 » de marnes, qui deviennent plus abondantes  
 » vers les parties supérieures. Des couches épais-  
 » ses de marnes alternant quelquefois avec du  
 » grès à grain fin recouvrent ces amas. Les ébou-  
 » lemens survenus par suite des exploitations  
 » empêchent de reconnaître d'une manière nette  
 » le sens de la stratification. Au-dessus des bancs  
 » de marnes, dont la couleur est très-variable,  
 » viennent les bancs d'un grès différent de celui  
 » qui alterne avec les bancs calcaires inférieurs  
 » du gypse. Ce grès est en général très-quarzeux;  
 » le grain est souvent fin et le ciment abondant;  
 » d'autres fois, le grain est grossier et le ciment  
 » plus rare. Beaucoup d'échantillons sont tra-  
 » versés par des veines de calcaire spathique.  
 » Sur quelques points, les bancs de grès supé-  
 » rieurs au gypse alternent encore avec des mar-  
 » nes et des assises calcaires, qui ont la plus  
 » grande analogie avec le calcaire inférieur. »

De cette description, il résulte clairement que le gypse repose sur le calcaire à bélemnites; quant à sa contemporanéité avec ce calcaire, elle n'est pas aussi positive; mais on verra, d'après les autres exemples que je vais citer, que les dépôts gypseux existent constamment à la séparation de ce calcaire et de l'assise inférieure des formations oolithiques.

§ II. (*Environs de Cazouls.*) Le calcaire des Cévennes se prolonge avec les mêmes caractères sur la pente de la montagne Noire; il est compacte, accompagné de marnes schisteuses, et contient, également, des bélemnites, des térébratules, etc. On y observe plusieurs dépôts de

gypse reposant sur ce calcaire, notamment à Cazouls, près Beziers (Aude). On ne peut indiquer avec certitude la relation du gypse avec le calcaire, parce que, d'une part, le gypse n'est pas recouvert, et que de l'autre on ne voit nulle part la partie inférieure du gypse. L'idée la plus naturelle qui se présente à l'esprit, en visitant seulement les environs de Cazouls, c'est que le gypse y est déposé dans les cavités du calcaire, et, par suite, qu'il lui est postérieur (*voir* la Pl. VII) : on pourrait déduire une conclusion semblable de certains dépôts gypseux de la Salle et de St.-Hippolyte; mais pour démontrer que le gypse est réellement associé avec le calcaire, sans toutefois pouvoir y préciser sa manière d'être, nous indiquons ci-après qu'il est recouvert par les formations oolithiques. Une circonstance que l'on observe à Cazouls tend à faire admettre cette opinion; c'est que le calcaire, généralement d'un gris assez foncé, devient rougeâtre dans toute la partie en contact avec le gypse et qu'il semble ainsi participer de la nature de la marne qui accompagne le gypse.

Ces marnes rougeâtres et verdâtres forment des couches peu épaisses, au milieu desquelles le gypse est disséminé en amas et en veinules; les couches de marne sont très-contournées, structure que leur diversité de couleur rend très-visible. Le gypse est généralement saccharoïde, mais il en existe également de compacte et de fibreux. Il contient une grande quantité de petits cristaux de quartz terminés aux deux extrémités.

§ 12. (*Environs de Durban.*) Dans les montagnes des Corbières, système qui forme un promontoire de la chaîne des Pyrénées à travers le Roussillon, mais qui est intimement lié à cette chaîne,

Gypse sur le calcaire.

on observe un grand nombre de ces dépôts de gypse, dont quelques-uns sont recouverts. C'est principalement aux environs de Durban que l'on observe cette disposition.

Le calcaire à bélemnites se montre à une petite distance de ce bourg; il est composé principalement de couches marneuses très-schisteuses, accompagnées de rognons solides. Il contient un assez grand nombre de fossiles, ce sont :

- Des bélemnites (*Bel. apici curvatus*).
- Des peignes (*Pecten equivalvis*).
- Des ammonites (*Am. . . .*)
- Des pinnes marines (*Pinna lanceolata*).
- Des pentacrinites (*P. caput Medusæ*).
- Des térébratules (*T. ornithocephala, tetraedra*).

Les térébratules sont sur-tout abondantes. Ce calcaire est immédiatement recouvert par un calcaire carié sublamellaire, analogue à celui qui forme la partie inférieure des terrains oolithiques dans le département de l'Aveyron. Ce calcaire carié est lui-même recouvert par un calcaire compacte jaunâtre, qui se rapporte à l'étage inférieur des formations oolithiques; il forme une chaîne qui sépare les bassins tertiaires de l'Aude et de Perpignan. Dans ce groupe calcaire, le gypse ressort de tous côtés; le plus ordinairement, il est comme appliqué sur les pentes du calcaire, et l'on ne saurait dire s'il est contemporain au terrain, ou s'il a été déposé postérieurement; mais l'examen du monticule sur lequel est construit l'ancien château de Durban résout cette difficulté.

Gypse sous  
le calcaire.

Le gypse forme en grande partie ce monticule; il est mis à découvert par les exploitations et sur-tout par un petit ruisseau, qui le coupe suivant une assez grande largeur. Il est en masses irrégulières, qui ne forment pas, à proprement

parler, des couches; il est associé avec des marnes colorées en rouge et en vert, et on peut même dire, avec plus d'exactitude, qu'il y forme des veines et de petits amas. Ces marnes schisteuses sont contournées dans tous les sens; les feuillettes, séparés l'un de l'autre par du gypse un peu saccharoïde, sont coupés en travers par de petits filons de gypse fibreux; le gypse renferme une énorme quantité de cristaux de quartz, qui lui donnent une grande analogie avec celui de Cazouls. Il est recouvert par le calcaire caverneux, que j'ai indiqué ci-dessus comme appartenant à l'assise inférieure des formations oolithiques et qui est en effet surmonté par quelques couches oolithiques. Le calcaire en contact avec le gypse est en partie dolomitique. Ce recouvrement, très-évident lorsqu'on examine le monticule du château de Durban, est encore plus frappant lorsqu'on est sur les montagnes environnantes. On voit alors très-clairement que le gypse se montre de tous côtés à des hauteurs correspondantes et qu'il est recouvert en plusieurs points par le calcaire carié (1).

En comparant la position du gypse dans cette localité avec celle qu'il affecte aux environs de Cazouls et de Saint-Hippolyte, on est conduit à conclure qu'il est associé aux couches supérieures du lias. En effet, à Cazouls et à Saint-Hippolyte, le gypse paraît reposer sur le calcaire à bélemnites et il n'est pas recouvert. A Durban, au contraire, il est recouvert par l'étage inférieur des formations oolithiques; mais le terrain sur lequel,

(1) La coupe figurée Planche VII montre cette disposition. Pour pouvoir donner à la butte de gypse plus de largeur, on a fait un arrachement dans les montagnes qui environnent Durban.

par analogie, on suppose qu'il s'appuie, he se voit pas immédiatement. Le calcaire à bélemnites, il est vrai, existe à une petite distance, et il est surmonté par le même calcaire qui recouvre le gypse.

Gypse de  
Fitou près  
Durban.

Sur l'autre versant de cette chaîne calcaire, qui peut avoir une lieue et demie de large, on observe également, à *Fitou*, du gypse placé sur les flancs des collines. Dans ce lieu, la superposition du calcaire ne s'observe plus; mais tout porte à croire que ce gypse n'est pour ainsi dire qu'une ramification de celui des environs de Durban.

Il sort de ce calcaire des sources salées; il en existe une à peu de distance de Durban, à la métairie de la Salle; une seconde, beaucoup plus abondante, près de Fitou, entre Sigean et Perpignan, a fait donner le nom de Salies au village qui en est voisin.

§ 13. (*Gypse des Pyrénées.*) Le calcaire à bélemnites se retrouve dans beaucoup de points le long de la chaîne des Pyrénées, et l'on peut dire qu'il y forme une bande assez prononcée, quoique très-morcelée. On le rencontre sur-tout aux environs de Saint-Girons; il contient beaucoup de fossiles; sa partie inférieure, qui repose sur le calcaire de transition, est à l'état de dolomie et a l'apparence d'une brèche. Il est séparé de l'assise inférieure du calcaire oolithique par une argile micacée passant à un grès qui contient une très-grande quantité de petites ammonites aplaties (*Ammonites planorbis*), espèce qui appartient à cette assise. Cette argile micacée, analogue à celles des environs de Ville-Franche et de Milhan, me paraît représenter le sable de l'oolithe inférieur, et dès-lors son existence sur

le calcaire à bélemnites détermine d'une manière précise la position géologique de ce calcaire (1).

Le long de cette ligne, on voit, de distance en distance, des amas d'ophite et de gypse. Ces deux roches sont placées l'une à côté de l'autre sans qu'on puisse découvrir leur relation; cependant comme c'en est déjà une très-grande que cette constante juxta-position, il est difficile de ne pas présumer qu'elles sont d'un même âge géologique. Toutes deux sont postérieures au calcaire à bélemnites (ce que je me propose de démontrer dans un autre Mémoire). En outre, le gypse, associé à l'ophite, possède tous les caractères extérieurs de ceux de la Salle, de Cazouls, de Durban, de Fitou, etc.; comme eux, il renferme de nombreux cristaux de quartz, et on en a un exemple remarquable à Bastènes, où ces cristaux sont très-abondants, tant dans le gypse que dans l'aragonite dont il est mélangé. Enfin, de même qu'à Durban, on y trouve des sources salées, puisque celles des environs de la ville de Salies (Basses-Pyrénées) sortent non loin de gypses, associés à l'ophite.

Gypse et  
ophite des  
Pyrénées.

Sur le revers méridional des Pyrénées, le gypse se retrouve dans des circonstances semblables; nous l'avons vu en Catalogne en plusieurs points de la vallée de Baga, d'abord à une petite distance de la ville de ce nom et ensuite

Aragonite  
avec cris-  
taux  
de quartz.

(1) On ne voit pas la superposition immédiate de l'argile micacée sur le calcaire à bélemnites; mais cette argile forme pendant une lieue  $\frac{1}{2}$  ou deux une bande qui court de l'est à l'ouest, et qui, d'après son inclinaison vers le nord, paraît s'appuyer sur une suite de collines composées de calcaires à bélemnites. Une seconde chaîne de calcaire oolithique borde au nord la bande d'argile micacée et détermine sa position géologique.



près du pont de Romanti : il était, à la surface, associé avec des marnes rouges et vertes ; il contenait également du quartz ; il reposait en outre sur un calcaire gris clair, associé avec des marnes et contenant des gryphites.

Le gypse des Pyrénées dont on vient de parler, est déposé le plus ordinairement sur l'assise inférieure des formations jurassiques ; mais souvent aussi il est appliqué immédiatement sur le terrain de transition, comme à Céret, dans la vallée du Teech et près d'Arles ; lieux où il n'est pas recouvert. Sans doute, je ne veux pas associer à cette formation gypseuse tous les dépôts de gypse qui s'appuient sur les terrains anciens et dont on ne connaît pas l'âge ; mais ceux que je viens de citer sont tellement analogues, par leur disposition et par leurs caractères extérieurs, avec ceux de Fitou, de Durban et de Cazouls, que je ne crois pas possible de les séparer.

§ 14. En résumant les différentes circonstances qui caractérisent le calcaire à bélemnites et le gypse que nous avons décrits, on est conduit à établir les conclusions suivantes,

Résumé.

1°. Il existe sur les pentes des montagnes du centre de la France une formation de calcaire, en général gris foncé, alternant avec des marnes schisteuses ; ces calcaires et ces marnes contiennent les mêmes espèces fossiles (térébratules, peignes, plagiostomes et bélemnites), qui se rencontrent dans le terrain de lias des Anglais, et plus particulièrement dans les marnes qui forment la partie supérieure de cette formation.

2°. Ce calcaire repose tantôt sur le grès houiller, tantôt sur un autre grès que ses caractères extérieurs et la présence du gypse me font présumer être le grès bigarré, tantôt enfin (aux envi-

rons d'Aubenas et d'Alais), sur le calcaire à gryphites, lias des Anglais.

3°. Il est recouvert dans quelques endroits, notamment près Villefranche, Milhau et Saint-Girons, par une argile micacée, qui me paraît correspondre assez bien au sable de l'oolithe inférieure.

4°. Cette argile micacée est elle-même recouverte par des couches de calcaire compacte et de calcaire oolithique, lesquelles appartiennent à l'assise inférieure des formations oolithiques : d'où il suit que le calcaire qui nous occupe est compris entre le calcaire à gryphites, qui forme la partie inférieure du lias et les formations oolithiques. Il appartient donc à la partie supérieure du calcaire à gryphites.

5°. Ce calcaire prend dans certains lieux (comme à Figeac, Villefranche, au Lardin près Terrasson, etc.), des caractères tout-à-fait particuliers, qui l'ont souvent fait rapporter au zechstein. Au lieu d'être, comme à l'ordinaire, d'un gris foncé, il est d'un gris clair, carié, compacte, esquilleux et non marneux. Cette différence dans les caractères extérieurs paraît être en relation avec sa position ; car dans tous les lieux que je viens de citer, il repose immédiatement sur le terrain houiller.

De plus, dans ces différens lieux, le calcaire est magnésien et souvent même dolomitique ; il contient en outre des veinules et de petits amas de galène et de calamine, qui paraissent contemporains à la roche. Il serait possible que la présence des métaux et de la dolomie (1) et

(1) Ces dolomies, que M. de Buch a le premier fait connaître, se trouvent souvent dans des positions singulières,

peut-être même du gypse fût due à la même cause. En effet, dans tous les lieux où j'ai observé des veinules métalliques dans ce calcaire, à l'exception du fer, il est à l'état de dolomie. Les environs de la Salle et de Durfort nous présentent ce fait d'une manière bien prononcée.

6°. Ce calcaire renferme des couches d'un combustible analogue à la houille par ses caractères extérieurs.

7°. A la Voulte, on observe dans le calcaire à bélemnites une couche de fer oxidé rouge passant au fer oligiste.

8°. Il existe, à sa jonction avec le calcaire oolithique inférieur, des amas de gypse plus ou moins considérables. Ce gypse, déposé tantôt sur le terrain ancien, tantôt sur le calcaire à bélemnites, est recouvert, aux environs de Durban, par l'assise inférieure des formations oolithiques. Cette superposition ne laisse aucun doute sur la position relative des gypses et du calcaire.

9°. Ce gypse, tantôt saccharoïde, tantôt fibreux, renferme par-tout de nombreux cristaux de quartz, qui, s'ils ne peuvent en général être regardés comme caractéristiques de cette formation gypseuse, fournissent cependant un moyen presque certain de la reconnaître dans la partie méridionale de la France.

10°. Les nombreux dépôts gypseux placés sur le second étage des deux versans de la chaîne des Pyrénées sont presque par-tout tellement voisins de l'ophite, qu'il est presque impossible qu'il

---

et tout en n'adoptant pas entièrement ses idées sur leur formation, on est obligé d'admettre, comme ce célèbre géologue l'a indiqué, que leur position au milieu des terrains dans lesquels elles sont enclavées s'accorde rarement avec la supposition d'un dépôt tranquille et régulier.

n'existe pas une relation intime entre le gypse et l'ophite, qui paraissent de même époque; en outre, l'ophite reposant dans un endroit (à la Cassasse, près Rimont) sur le calcaire à bélemnites, il est naturel de penser que les gypses des Pyrénées sont de même âge que les gypses associés au calcaire à bélemnites, et que les uns et les autres appartiennent à l'assise supérieure du lias.

Je ferai enfin remarquer que les sources salées des environs de Durban et de Perpignan sortent de ce terrain, et qu'elles sont voisines des dépôts de gypse.

---

## RAPPORT VERBAL

*Fait à l'Académie royale des sciences,  
par M. L. CORDIER, sur un Essai géologique et minéralogique sur les environs d'Issoire, publié par MM. DEVÈZE et BOUILLET.*

---

L'ACADÉMIE m'a chargé de lui rendre un compte verbal d'un ouvrage nouveau, qui est intitulé : *Essai géologique et minéralogique sur les environs d'Issoire, département du Puy-de-Dôme, et principalement sur la montagne de Boulade.* Cet ouvrage, publié, à Clermont-Ferrand, par MM. Devèze et Bouillet, forme un volume in-folio. Il comprend environ cent vingt pages de texte et trente belles planches dessinées et lithographiées par les auteurs mêmes. Deux de

ces planches offrent une carte géologique et des coupes de terrains coloriées ; le reste présente plus de deux cent cinquante figures d'ossements fossiles.

Les auteurs font d'abord connaître les circonstances qui ont donné lieu à leur travail ; ils motivent le juste intérêt que la découverte du beau gîte d'ossements fossiles de Boulade a inspiré à tous les géologues ; ils examinent plusieurs questions relatives à l'ancienneté des produits volcaniques qui recouvrent non-seulement ce gîte, mais encore une grande partie de l'Auvergne et des montagnes de l'intérieur de la France.

Ils décrivent ensuite le bassin d'Issoire. Ce bassin offre des vallées largement ouvertes, qui sont dominées par des plateaux très-étendus, dont l'élévation varie de 7 à 800 pieds au-dessus de l'Allier. Les plateaux ont été découpés dans un terrain tertiaire, composé de couches à peu près horizontales, dont la nature est variée. La partie supérieure des plateaux est couronnée de laves épaisses reposant ordinairement sur une puissante assise de tufas volcaniques peu consistants. Au-dessous, vient une grande assise de sables et de galets fluviaux, dont les roches du pays, qui sont antérieures à la production des laves, ont presque exclusivement fourni les matériaux : c'est au milieu de cette formation alluviale, et à plus de 200 pieds au-dessus de l'Allier, que les ossements fossiles sont déposés. On trouve ensuite un terrain calcaire à coquilles d'eau douce, puis des grès argilifères et des argiles sablonneuses. Le fond du sol est formé d'un granite, qui est souvent entrecoupé par des filons de porphyre péro-siliceux, et qui, dans la partie méridionale du bassin, est remplacé par

des lambeaux de terrain houiller ordinaire et de grès rouge.

MM. Devèze et Bouillet énumèrent avec détail toutes les particularités que présente le gisement des couches, et tous les caractères qui distinguent les variétés de roches. Ils exposent, avec un soin particulier, ce qui a trait aux ossements fossiles : ces ossements ne se trouvent point réunis en squelettes, mais dispersés ou mêlés ; ils ont presque tous appartenu à des animaux dont les races n'ont point survécu à la ruine de l'ancien Monde. Ils proviennent de vingt-sept espèces différentes, savoir : trois espèces d'ours ; quatre grandes espèces du genre *felis*, ayant l'une la taille du lynx, l'autre celle du jaguar, la troisième celle du lion et la quatrième étant beaucoup plus haute que ce dernier animal ; deux espèces du genre *canis*, dont une hyène ; deux espèces d'éléphants différentes des espèces actuelles, ou du moins deux individus de taille très-différente, appartenant à une espèce perdue ; une espèce de mastodonte ; un tapir, un rhinocéros et un hippopotame ; cinq espèces de cerfs, dont une plus grande que le cerf ordinaire ; un renne, un élan, deux espèces de chevaux et un cétacé indéterminable. D'après l'opinion de MM. Devèze et Bouillet, celles de ces espèces qui appartiennent à des races perdues seraient, pour la plupart, nouvelles et n'auraient encore été trouvées qu'à la montagne de Boulade. Ces géologues soumettent, au reste, leurs déterminations au jugement des grands anatomistes qui se sont spécialement occupés de ces importantes matières.

Ils examinent ensuite comment les différentes parties du bassin d'Issoire ont dû se former, et

ils rapportent à ce sujet plusieurs particularités qui achèvent de caractériser chacune des grandes assises qui sont superposées au granite et au terrain houiller; ils démontrent que les ossemens de Boulade ont été transportés et enfouis par des eaux douces, et que les animaux qui les ont fournis vivaient nécessairement sur les montagnes du pays; ils font connaître que ces mêmes ossemens ne contiennent plus qu'une très-petite quantité de matière animale, quantité qui est beaucoup plus faible que celle que l'on retire ordinairement des débris du même genre qui ont été trouvés ailleurs et dans des terrains plus anciens; ils donnent les résultats des nivellemens qui leur ont permis d'assigner l'épaisseur de chaque espèce de couche sur différens points et d'établir ainsi la corrélation de celles qui constituent les trois principaux plateaux des environs d'Issoire; enfin, dans une explication des planches, ils décrivent chaque ossement en particulier, et ils complètent ainsi les preuves des déterminations de genre et d'espèce auxquelles ils sont arrivés.

On voit, d'après ce qui précède, que MM. Devèze et Bouillet ont cherché à traiter leur sujet sous toutes les faces. Leur travail offre des faits d'un grand intérêt, et que la géologie ne manquera pas de mettre à profit. À tous égards, ce travail fait honneur au département du Puy-de-Dôme, car il est remarquable jusque dans son exécution matérielle: dessins, lithographie, impression en beaux caractères, tout a été exécuté à Clermont-Ferrand.

*DE L'ACTION de la litharge sur différens sulfures métalliques;*

PAR M. P. BERTHIER.

ON sait que la plupart des matières argentifères et aurifères se composent de sulfures métalliques combinés entre eux ou avec d'autres substances, et que pour faire l'essai de ces matières, on se sert presque toujours de litharge; pour pouvoir apprécier le mérite des procédés que l'on emploie dans chaque cas particulier, il était donc nécessaire de connaître avec précision l'action que cet oxide exerce sur les sulfures les plus communs: c'est pour acquérir cette connaissance que j'ai fait, il y a déjà un certain temps, les expériences dont il va être rendu compte. Comme M. Fournet vient de publier sur le même sujet un mémoire très-intéressant (1), et qui s'accorde dans presque tous les points avec ce que j'ai observé, j'exposerai très-brièvement ce que j'ai à dire, et je laisserai de côté ce qui concerne les sulfures qui ont déjà été convenablement examinés ailleurs.

La litharge employée en quantité suffisante décompose tous les sulfures; mais la quantité strictement nécessaire pour produire cet effet est beaucoup plus grande que celle que l'on pourrait déterminer par le calcul, parce que la litharge et les sulfures ont en général la propriété de se combiner ensemble, et que ces combinaisons ne peuvent être détruites que par un très-grand excès d'oxide: l'oxide et les sulfures sont si fortement unis dans ces sortes de composés,

(1) Tome II, p. 503.

que la galène, qui est si facilement décomposée par la litharge pure, ne peut pas séparer la plus petite quantité de plomb d'un *oxisulfure*, lorsque celui-ci contient une certaine proportion de sulfure, et qu'elle s'introduit elle-même dans la combinaison sans éprouver d'altération.

Beaucoup d'oxides en se combinant avec la litharge diminuent considérablement aussi l'action décomposante qu'elle exerce sur les sulfures. Lorsqu'on chauffe de la litharge sur un sulfure métallique, son action décomposante est limitée par l'affinité chimique de la portion du sulfure qui reste en combinaison avec elle et par l'affinité de l'oxide qui résulte de la portion du sulfure qui a été décomposée.

J'ai recherché pour chaque sulfure quelle est la proportion de litharge strictement nécessaire pour en opérer la décomposition complète : cette recherche était importante relativement aux essais par la voie sèche, que j'avais principalement en vue ; car on sait que les sulfures retiennent les *métaux fins* avec une très-grande force, et que par conséquent pour doser ces métaux avec exactitude il est indispensable de faire en sorte qu'il ne reste pas la moindre trace de matières sulfurées dans les scories.

Toutes les expériences ont été faites dans un fourneau dont la température s'élevait à 50 ou 60° pyr.

Cuivre. On a essayé les mélanges suivans de sulfure de cuivre et de litharge :

	1	2	3	4	5
Sulfure de cuivre.	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>
Litharge.	20	30	50	100	250

ils se sont tous très-facilement fondus : il y a eu bouillonnement et dégagement abondant d'acide

sulfureux ; les scories étaient compactes, vitreuses, opaques ou translucides, éclatantes et d'un rouge plus ou moins vif ; le cuivre qu'elles contenaient s'y trouvait par conséquent au minimum d'oxidation.

Le premier mélange a donné un culot métallique, pesant 10<sup>g</sup>,4, de même aspect que le sulfure de cuivre, mais qui cependant contenait évidemment du plomb.

Pour le second et le troisième mélange, la matière métallique enveloppait la scorie, et l'on n'a pas pu la peser ; elle était grise et demi-ductile, et devait se composer de sulfure de cuivre et de plomb.

Le quatrième a donné 28<sup>g</sup> de plomb ductile, auquel adhérait une petite quantité de *matte* sulfurée grise. La scorie était recouverte d'une croûte de cette *matte*, et en contenait même quelques globules dans son intérieur.

Enfin, il est résulté du cinquième mélange un culot de plomb ductile du poids de 38<sup>g</sup>,5 ; cette quantité est précisément celle qui devait se séparer de la litharge par la transformation du sulfure de cuivre en acide sulfuré et en protoxide de cuivre.

Il suit de ces expériences, 1°. que le sulfure de cuivre ne se combine pas avec la litharge, ce qui est une exception à la règle générale ; 2°. que ces deux substances peuvent se décomposer réciproquement, mais que pour opérer la décomposition complète du sulfure il faut employer au moins vingt-cinq fois son poids de litharge, environ 9 atomes ; 3°. que lorsque la litharge est combinée avec une certaine quantité de protoxide de cuivre, elle n'exerce plus aucune ac-

tion sur le sulfure de ce métal, bien que chaque oxide isolément ait la propriété de le décomposer.

Mercur. Les mélanges qui suivent, de cinabre et de litharge, ont été chauffés en ayant soin de graduer la chaleur avec ménagement : il s'en est promptement dégagé une grande quantité de mercure métallique et de l'acide sulfureux ; mais à la chaleur blanche naissante le dégagement d'acide sulfureux est devenu beaucoup plus considérable, les scories se sont pleinement liquéfiées, et dans chaque expérience il s'est formé un culot de plomb très-pur.

	1	2	3	4
Cinabre..	11 <sup>g</sup> ,7 1 at.	11 <sup>g</sup> ,7 1 at.	11 <sup>g</sup> ,7 1 at.	11 <sup>g</sup> ,7 1 at.
Litharge.	44,6 4 at.	66,9 6 at.	89,4 8 at.	178,8 16 at.

Le premier mélange a donné 10<sup>g</sup> de plomb et une scorie compacte, vitreuse, opaque, d'un gris noir non métallique, à raclure gris blond : or, 11<sup>g</sup>,7 de cinabre, contenant 1<sup>g</sup>,6 de soufre, auraient pu produire 20<sup>g</sup> de plomb par la transformation du soufre en acide sulfureux au moyen de l'oxygène de la litharge, la moitié du sulfure a donc dû rester en combinaison dans la scorie, qui devait par conséquent contenir environ 1<sup>at.</sup> de sulfure de mercure et 6<sup>at.</sup> de litharge.

La même expérience a été répétée en se servant d'une petite cornue de verre, au lieu de creuset, et en graduant la chaleur jusqu'au rouge : j'ai obtenu une matière compacte, d'un gris foncé, ressemblant assez à une scorie de forge, et dans laquelle on n'apercevait que quelques grenailles de plomb très-petites, et j'ai remarqué qu'il ne s'est pas sublimé la moindre trace de cinabre, qu'il s'est volatilisé une assez grande quantité de mercure métallique, et qu'au con-

traire il ne s'est manifesté qu'une très-faible odeur d'acide sulfureux. Ce résultat porterait à croire que dans la réaction du cinabre et de la litharge il se forme d'abord un sulfure de mercure plus sulfuré, qui se combine avec l'oxide de plomb, et qu'à une température plus élevée, voisine de la chaleur blanche, ces deux substances se décomposent réciproquement, du moins en partie, pour produire du plomb, de l'acide sulfureux et une scorie composée de litharge et de cinabre.

Lorsqu'après avoir mis cette scorie en pleine fusion on la maintient en cet état dans le creuset, elle continue à exhaler de l'acide sulfureux. Il pouvait se faire que cela provint de ce que l'oxide et le sulfure continuaient à réagir l'un sur l'autre, ou de ce que les matières en contact avec l'air éprouvaient un grillage continu. Pour savoir ce qu'il en était, j'ai recueilli une certaine quantité de scories, dont le plomb métallique avait été séparé avec le plus grand soin ; je l'ai fondue de nouveau et je l'ai tenue en fusion pendant un certain temps : il ne s'en est pas séparé la plus petite trace de plomb métallique, d'où l'on doit conclure que l'acide sulfureux qui se dégage provient uniquement du grillage qu'éprouve l'oxisulfure par le contact de l'air.

Le second mélange de cinabre et de litharge a donné 11<sup>g</sup> de plomb et une scorie vitreuse, opaque, d'un brun noir.

Le troisième a produit 18<sup>g</sup> de plomb et une scorie vitreuse, transparente, d'un beau rouge hyacinthe ; sa poussière était d'un jaune blond sale.

Enfin, le résultat du quatrième mélange a été

20<sup>g</sup>,6 de plomb et une scorie cristalline absolument identique avec la litharge jaune. Il est évident que dans cette expérience la désulfuration a été totale. Il est probable qu'il suffirait, pour obtenir cet effet, d'employer 10<sup>at.</sup> de litharge pour 1<sup>at.</sup> de cinabre.

Molybdène. Les expériences suivantes sur le molybdène ont été faites avec du sulfure natif trié avec soin, mais qui pourtant était encore mêlé d'une petite quantité de quartz. Quatre mélanges formés de

Sulfure de molybdène..	5 <sup>g</sup> ,00	1 at.	—	5 <sup>g</sup>	1 at.	—	5 <sup>g</sup>	1 at.	—	5 <sup>g</sup>	1 at.
Litharge...	23,89	2 at.	—	70	5 at.	—	153	11 at.	—	306	22 at.

se sont fondus avec la plus grande facilité, et sont devenus très-promptement parfaitement liquides, en exhalant une grande quantité de gaz acide sulfureux.

Le premier mélange s'est changé en une matière homogène, très-cassante, cristalline, à petites lames, d'un gris de plomb noirâtre, ressemblant à de la blende brune, à raclure métallique : on n'y apercevait pas la moindre trace de grenailles de plomb ; ce devait être un composé de sulfures de molybdène et de plomb, d'acide molybdique et d'oxide de plomb.

Le second mélange a fourni 16<sup>g</sup> de plomb d'un gris sombre, s'aplatissant sous le marteau, mais aigre, à cassure fibreuse ; et une scorie compacte, vitreuse, opaque, d'un brun noir.

Il est résulté du troisième mélange un culot de plomb semblable au précédent, pesant 27<sup>g</sup>,40, et une scorie vitreuse, transparente et d'un très-beau rouge hyacinthe.

Enfin, avec le dernier mélange, on a eu 33<sup>g</sup> de plomb parfaitement pur et une scorie cristalline semblable à de la litharge pure.

On voit que pour scorifier complètement le sulfure de molybdène, il faut employer plus de trente fois son poids de litharge ; 40 à 50 parties suffiraient probablement.

J'ai analysé les plombs aigres qui se sont formés dans la deuxième et dans la troisième expérience, et j'ai trouvé qu'ils contenaient l'un et l'autre environ un demi-centième de soufre et une quantité de molybdène insuffisante pour le saturer ; une partie de ce soufre est donc combinée avec le plomb : il suit de ce résultat que dans l'action de la litharge sur le sulfure de molybdène, les deux élémens de ce sulfure sont oxidés simultanément sans qu'il se sépare de molybdène métallique.

Le sulfure dont je me suis servi pour faire les expériences dont il va être question sur le manganèse avait été préparé en réduisant le sulfate par le charbon ; il contenait une petite quantité d'oxide ; aussi sa poussière avait-elle une légère teinte verte : fondu avec cent fois son poids de litharge, il donnait 6,6 de plomb. On a essayé les quatre mélanges ci-dessous :

	1	2	3	4			
Sulfure de manganèse..	5 <sup>g</sup>	—	5 <sup>g</sup>	—	5 <sup>g</sup>	—	5 <sup>g</sup>
Litharge. . . . .	20	—	30	—	100	—	150.

Le premier, quoique très-fortement chauffé, ne s'est pas fondu et n'a pas même éprouvé de ramollissement ; il a laissé dégager beaucoup de gaz sulfureux, et chaque fois que l'on découvrait le creuset, il se produisait une vive combustion. La matière était scoriforme, d'un gris noirâtre, demi-ductile à la partie inférieure, et l'on y apercevait des lamelles cristallines, qui avaient le même aspect que la galène. Ce devait être un

composé de sulfures et d'oxides de manganèse et de plomb.

Le second mélange s'est fondu en pâte très-molle, et a donné 17<sup>g</sup>,5 de plomb aigre, d'un gris foncé, peu brillant, et une scorie compacte, vitreuse, opaque et d'un brun très-foncé : cette scorie retenait en combinaison environ la moitié du sulfure de molybdène employé.

La fusion du troisième mélange a été complète et il en est résulté 31<sup>g</sup>,2 de plomb ductile et une scorie vitreuse, transparente et d'un rouge hyacinthe foncé.

Il est résulté du dernier mélange 53<sup>g</sup> de plomb, ce qui prouve que la désulfuration a été complète; la scorie était transparente, d'un rouge brun.

Dans ces réactions, le manganèse est oxidé au minimum; mais quand on laisse pendant quelque temps la matière en fusion au contact de l'air, le manganèse se suroxyde, et c'est à cause de cela que la scorie prend une teinte brune; car le protoxyde de manganèse pur colore la litharge en vert olive.

Fer.

J'ai successivement traité par la litharge le protosulfure de fer artificiel et la pyrite ordinaire ou persulfure natif.

J'ai essayé quatre mélanges de protosulfure et de litharge; savoir :

	1	2	3	4
Protosulfure de fer.	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>
Litharge.	50	100	250	300.

Le premier s'est fondu avec bouillonnement et fumée, mais la matière est restée pâteuse : elle était scoriforme, homogène, d'un gris métalloïde et fortement magnétique; elle se composait de sulfures et de protoxydes de fer et de plomb.

Le second est devenu très-fluide après s'être

fortement boursoufflé, et il a donné 36<sup>g</sup> de plomb, et une scorie d'un noir métalloïde, opaque, à cassure luisante, très-magnétique.

Le troisième mélange a produit 67<sup>g</sup> de plomb, et une scorie compacte, vitreuse, transparente et d'un très-beau rouge de résine.

Il est résulté du dernier mélange 70<sup>g</sup> de plomb bien pur et une scorie semblable à la précédente, mais qui ne retenait pas de sulfure en combinaison.

Ainsi 30 parties de litharge suffisent pour scorifier le protosulfure de fer, et comme si le fer s'oxidait au maximum, il devrait se séparer 8,6 de plomb pour 1 de sulfure, tandis qu'on en n'obtient que 7, on doit en conclure que, dans la réaction de ces deux substances, le fer est seulement protoxydé : dans ce cas, on aurait dû avoir 7,35 de plomb au lieu de 7; mais cette petite différence vient de ce que la matière éprouve au commencement de grillage avant que les deux substances aient été assez échauffées pour réagir l'une sur l'autre.

La pyrite de fer a été essayée avec les proportions suivantes de litharge :

	1	2	3	4	5	6
Pyrite de fer.	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>	10 <sup>g</sup>
Litharge.	60	125	200	300	400	500.

Ces mélanges se sont tous très-facilement fondus avec un dégagement d'acide sulfureux extrêmement abondant.

Le premier a produit un culot métallique, sans scories, composé de deux parties : l'une, inférieure, plus considérable, d'un gris bleu, cristalline, à grandes lames comme la galène, et demi-ductile, c'était du sous-sulfure de plomb;



l'autre, grenue, d'un gris de plomb, à raclure métallique, magnétique, et semblable, pour l'aspect, à de la galène compacte; elle était essentiellement formée de sulfures de fer et de plomb, mais il est probable qu'elle contenait aussi une petite quantité de ces métaux à l'état d'oxide.

Il est résulté du second et du troisième mélange une scorie vitreuse, opaque, noire, tachant les creusets en brun, et un culot de plomb aigre, à cassure grenue gris foncé, pesant 35<sup>s</sup> pour le premier et 40<sup>s</sup> pour le second.

Les scories provenant des trois derniers mélanges étaient vitreuses, transparentes, d'un beau rouge de résine, et les culots de plomb ont pesé 45<sup>s</sup>, 5, 54<sup>s</sup>, 8 et 86<sup>s</sup>.

D'autres essais faits avec des proportions beaucoup plus considérables de litharge ont toujours donné 86<sup>s</sup> de plomb pour maximum de produit: il suit de là qu'il faut environ 50 parties de litharge pour décomposer complètement la pyrite de fer.

J'ai analysé les plombs aigres provenant des expériences 1 et 2, et j'y ai trouvé 0,008 à 0,010 de soufre et une petite quantité de fer. Ces plombs, outre qu'ils sont un peu sulfurés, sont imprégnés d'une certaine quantité de scorie, qui les noircit et altère leur ductilité.

Fer  
et cuivre. Le cuivre pyriteux contenant quelquefois de l'or, on est souvent dans le cas de le fondre avec de la litharge; les phénomènes qu'il présente sont intermédiaires entre ceux que produisent le sulfure de cuivre et le sulfure de fer isolément. J'ai essayé du cuivre pyriteux bien pur avec diverses proportions de litharge, telles qu'il suit:

	1	2	3	4
Cuivre pyriteux.	10 <sup>s</sup>	— 10 <sup>s</sup>	— 10 <sup>s</sup>	— 10 <sup>s</sup>
Litharge. . . . .	50	— 100	— 200	— 300.

Dans le premier essai, la fusion a eu lieu avec boursoufflement et la matière est restée pâteuse. On a eu 6<sup>s</sup> de plomb bien ductile, une matte ressemblant à de la galène à petites facettes, d'un gris plus foncé, et une scorie vitreuse d'un brun noir.

Dans le second essai, il y a eu aussi bouillonnement et boursoufflement, et l'on a eu 55<sup>s</sup> de plomb, 11<sup>s</sup>, 5 de matte grise, et une scorie vitreuse d'un brun foncé.

Le quatrième a produit 49<sup>s</sup> de plomb, surmonté d'une légère couche de matte, et une scorie vitreuse, très-éclatante, d'un brun rouge foncé et translucide dans les éclats minces.

Le dernier mélange s'est fondu facilement et presque sans boursoufflement, et il a donné 72<sup>s</sup> de plomb et une scorie compacte, éclatante et d'un gris clair: il n'y avait qu'une trace de matte. La quantité de plomb obtenue est à peu près celle que doit produire le cuivre pyriteux en se décomposant complètement: ainsi, pour scorfier ce minéral, on doit employer trente fois au moins son poids de litharge.

Le protosulfure d'étain, jouissant d'un certain degré de ductilité et ne se laissant pas réduire en poudre, on ne peut pas le mélanger exactement avec la litharge. Je me suis borné, à cause de cela, à faire des essais sur l'*or musif*; j'ai traité ce sulfure par les quantités suivantes de litharge:

	1	2	3	4	5
Or musif. . . . .	11 <sup>s</sup> , 37	1 at. — 10 <sup>s</sup>	— 10 <sup>s</sup>	— 10 <sup>s</sup>	— 10 <sup>s</sup>
Litharge. . . . .	55, 78	4 at. — 120	— 200	— 300	— 500.

Le premier mélange s'est fondu en un culot

métallique, homogène, d'un gris foncé, demi-ductile, et qui présentait de nombreux indices de cristallisation: c'était un sulfure double d'étain et de plomb, et il devait nécessairement contenir aussi de l'oxide de plomb; car pour que les 4<sup>at.</sup> de litharge se fussent réduits complètement, il aurait fallu que les 4<sup>at.</sup> de soufre contenus dans le sulfure se fussent transformés en totalité en acidesulfureux. Il n'y avait sur le culot métallique aucune trace de scories.

Le second mélange a produit 36<sup>s</sup> de plomb et une scorie vitreuse, opaque, d'un brun foncé;

Le troisième, 54<sup>s</sup> de plomb et une scorie vitreuse, transparente, d'un rouge hyacinthe;

Les deux derniers, 60<sup>s</sup> de plomb bien pur et une scorie semblable à la précédente.

On trouve, par le calcul, que la plus grande proportion de plomb qui puisse résulter de ces essais est de 6,2 pour 1 d'*or musif*, en supposant que l'étain ne s'oxide qu'au minimum: ce résultat diffère très-peu de celui de l'expérience.

On voit que la scorification de l'*or musif* n'exige que 25 à 30 parties de litharge.

Zinc.

J'ai fait les expériences dont il va être question sur le zinc avec la blende de Pontpéan. Cette blende n'est pas mélangée de gangue et elle ne contient que quelques centièmes de sulfure de fer. Je l'ai employée en quatre proportions:

	1	2	3	4
Blende..	12 <sup>s</sup> ,08	1 at.—12 <sup>s</sup> ,08	1 at.—10 <sup>s</sup> —	10 <sup>s</sup>
Litharge.	55,78	2 at.—83,68	3 at.—100	—250.

Quoique le premier mélange ait été très-fortement chauffé, il est toujours resté pâteux; il s'en est séparé 29<sup>s</sup>,2 de plomb (250 pour 100 de

blende) très-aigre, à cassure grenue, noir grisâtre, presque sans éclat. Ce plomb était recouvert par une matière noire, métalloïde et cristalline, intermédiaire, par son aspect, à une matte et à une scorie. J'ai analysé le plomb, et j'y ai trouvé 0,018 de soufre et 0,008 de zinc et de fer; il était sulfuré et imprégné de scorie comme ceux qui ont été précédemment examinés.

M. Fournet a fait la même expérience (p. 552), mais il n'a pas obtenu de plomb, probablement parce qu'il n'a pas chauffé assez fortement; il a eu une *masse homogène semblable à du sulfure de plomb, mais plus terne*. Il a examiné cette masse par voie humide, et il croit avoir trouvé qu'elle contenait approximativement 0,82 de sulfure de plomb: il est facile de voir que ce résultat ne peut pas être exact. En effet, puisque le mélange ne contenait que 2<sup>at.</sup> de soufre, il ne pouvait se former que tout au plus 1<sup>at.</sup> de sulfure de plomb, et encore aurait-il fallu pour cela que le sulfure de zinc se décomposât complètement, et qu'il ne se dégagât pas d'acide sulfureux, etc. La matière obtenue par M. Fournet contenait réellement du sulfure de plomb, mais en proportion beaucoup moindre qu'il ne l'a supposé; il y en avait aussi une certaine quantité en combinaison dans la scorie qui surnageait le plomb dans mon expérience.

Il est résulté du second mélange un culot de plomb aigre, à grains noirâtres, pesant 35<sup>s</sup>,5, et une scorie très-fluide, compacte, opaque et noire.

Le quatrième mélange a donné 43<sup>s</sup> de plomb ductile et une scorie d'un gris foncé.

Enfin, le dernier a produit 65<sup>s</sup> de plomb pur et une scorie vitreuse, couleur de résine tirant sur l'olivâtre et translucide sur les bords. Dans cette

expérience, tout le zinc a dû être oxidé et tout le soufre converti en acide sulfureux : 25 parties de litharge suffisent donc pour la scorification de la blende.

Oxisulfures  
et galène.

J'ai dit que lorsque la litharge est combinée avec une certaine proportion de sulfures ou d'acides métalliques, elle perd toute son action oxidante sur la galène et peut se combiner avec elle comme avec les autres sulfures, sans qu'il y ait décomposition réciproque. En voici la preuve.

25<sup>e</sup> de la scorie provenant du deuxième essai fait sur la blende ont été fondus avec 2<sup>e</sup>,5 de galène : on a eu une scorie toute semblable et bien homogène et un culot de sous-sulfure de plomb pesant 2<sup>e</sup>,5. Si la galène se fût désulfurée en réagissant sur la litharge, il se serait produit 7<sup>e</sup> de plomb, d'où l'on voit que la désulfuration n'a pas eu lieu. Il est probable qu'une partie de la galène se sera combinée dans la scorie, et que l'autre aura été décomposée par la chaleur seule en soufre et en sous-sulfure.

80<sup>e</sup> de la scorie qui avait été obtenue dans le troisième essai fait sur la pyrite de fer ont été chauffés avec 8<sup>e</sup> de galène : la fusion a eu lieu avec un boursoufflement très-considérable : la nouvelle scorie avait le même aspect que la première, et contenait, à sa partie inférieure seulement, quelques lamelles de sous-sulfure de plomb, mais il n'y avait pas de culot métallique : ainsi la galène n'avait aucunement réagi sur la litharge et s'était en partie volatilisée et en partie dissoute dans la scorie.

Réduction  
des oxisul-  
fures.

J'ai voulu savoir si l'oxide de plomb contenu dans des scories sulfureuses était complètement réductible par le charbon, ou s'il en restait une certaine quantité dans le sulfure. Pour cela, j'ai

chauffé, dans un creuset brasqué de charbon, 25<sup>e</sup> de la même scorie que celle qui avait été employée dans l'expérience précédente. La matière a éprouvé un boursoufflement excessif, et a passé en partie par-dessus le creuset : on a eu 10<sup>e</sup> de plomb ductile et une nouvelle scorie pesant 7<sup>e</sup>. Cette scorie était compacte, vitreuse, d'un gris noir et opaque, et enveloppée d'une pellicule de *matte* demi-ductile. D'après les essais chimiques auxquels je l'ai soumise, j'ai reconnu qu'elle se composait principalement de silice, d'alumine et de protoxide de fer, et qu'elle ne retenait qu'une petite quantité d'oxide de plomb.

Outre les sulfures dont il a été question, j'ai encore soumis à l'action de la litharge du sulfure de baryum préparé en cimentant dans du charbon du sulfate de baryte cristallisé d'Auvergne; mais d'autres travaux m'ont empêché de donner l'extension convenable à mes expériences. Lorsqu'on emploie 2<sup>at.</sup>, 3<sup>at.</sup> ou 4<sup>at.</sup> de litharge pour 1<sup>at.</sup> de sulfure, il n'y a pas fusion, et il se produit une masse noire scoriforme, dans laquelle on voit une multitude de petites grenailles de plomb : si l'on traite cette masse par l'eau, il se dissout du sulfure de baryum ; en versant ensuite de l'acide acétique sur le résidu, il se dissout de la baryte et de l'oxide de plomb sans qu'il y ait aucune effervescence, et il reste un mélange de plomb, de sulfure de plomb et de sulfate de baryte.

Sulfure de  
barium.

Dans l'expérience que M. Fournet a faite avec 1<sup>at.</sup> de sulfure de calcium et 2<sup>at.</sup> de litharge (mémoire cité, p. 556), il n'est pas possible que le sulfure ait été entièrement converti en chaux et en sulfate de chaux, quoiqu'il restât encore de l'oxide

Sulfure de  
calcium.

de plomb non réduit, et qu'il se fût formé de la galène. La faible solubilité du sulfure de calcium a sans doute empêché M. Fournet d'en reconnaître la présence, et quand il a traité la matière chauffée par l'acide acétique, il n'a observé aucun dégagement de gaz, parce que l'hydrogène sulfuré a été absorbé à l'état naissant par l'acétate de plomb, et c'est de cette réaction qu'est résultée la grande quantité de sulfure de plomb que M. Fournet a trouvée dans le résidu.

Quand on chauffe le sulfure de barium avec trente fois son poids de litharge, il est complètement décomposé, et il se transforme en sulfate sans qu'on aperçoive le moindre dégagement de gaz sulfureux; mais je n'ai point obtenu la quantité de plomb qui devrait résulter de cette décomposition, et j'ignore de quelle circonstance peut dépendre le résultat.

Echelle de deux lignes pour pied, (mesure anglaise)

0 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

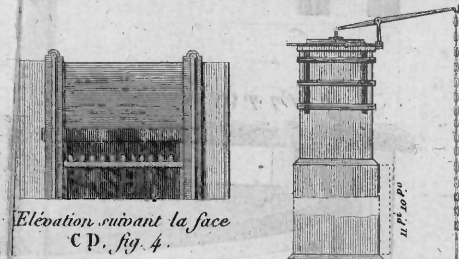
L'élève delincaut.

Gravé par Berthe.

Fourneaux à réverbère et Finerie  
employés dans le Staffordshire et dans le pays de Galles  
pour l'affinage de la fonte  
par la méthode anglaise.

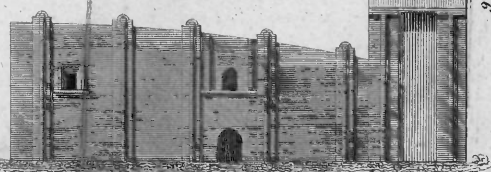
TRAITEMENT DU FER EN ANGLETERRE.

Fig. 1<sup>ère</sup>



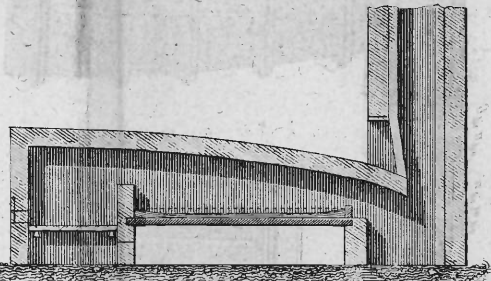
Elevation suivant la face  
C D, fig. 4.

Fig. 2.



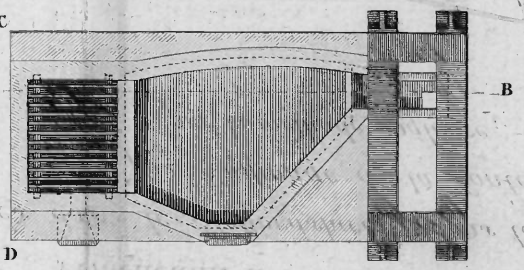
Elevation d'un fourneau à puddler (Puddling furnace)

Fig. 3.



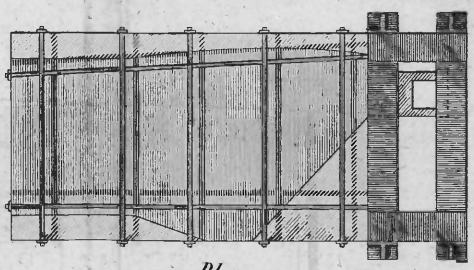
Coupe suivant la ligne AB de la fig. 4.

Fig. 4.



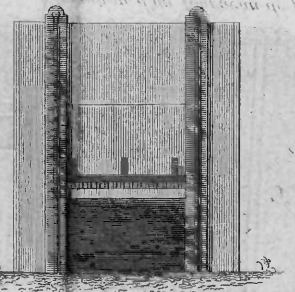
Plan à la hauteur du pont de la chauffe.

Fig. 5.



Plan.

Fig. 6.



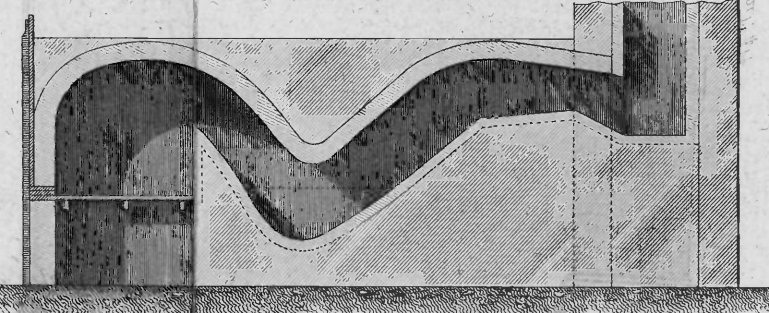
Elevation suivant la face N M, fig. 9.

Fig. 7.



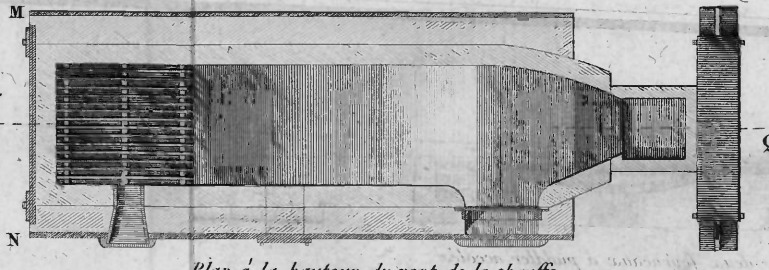
Elevation d'un fourneau de fusion à double voûte.

Fig. 8.



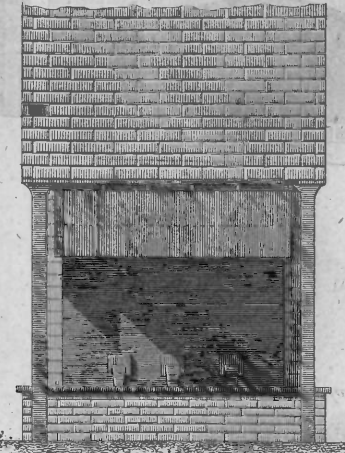
Coupe suivant la ligne P Q.

Fig. 9.



Plan à la hauteur du pont de la chauffe.

Fig. 10.



Elevation d'une finerie à trois tuyères (Refinery furnace)

Echelle de 4 lignes pour pied (mesure anglaise)  
des figures 10, 11 et 14.

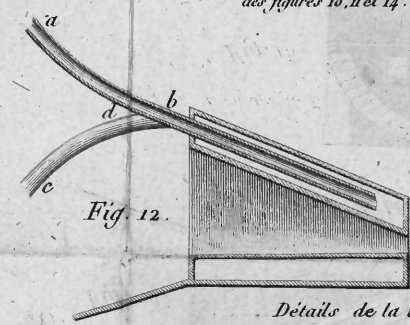


Fig. 12.

Détails de la tuyère à courant d'eau.

Fig. 13.

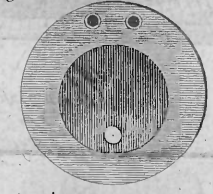
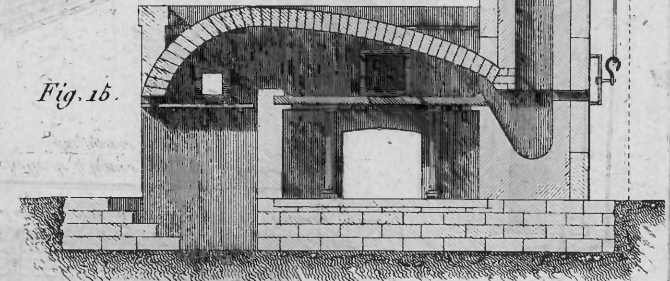
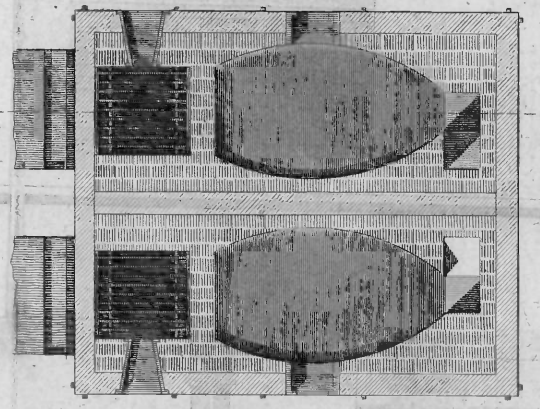


Fig. 15.



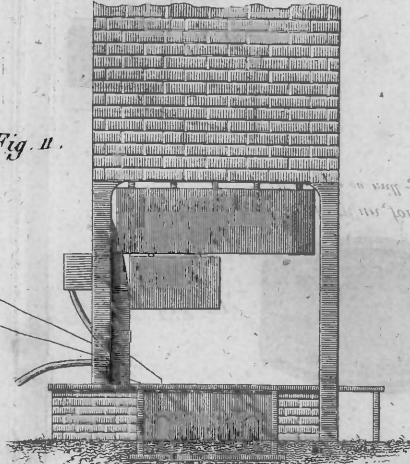
Coupe suivant la ligne E F de la fig. 17.

Fig. 17.



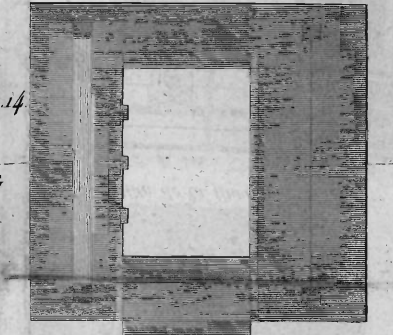
Plan des deux fourneaux à puddler accolés.

Fig. 11.



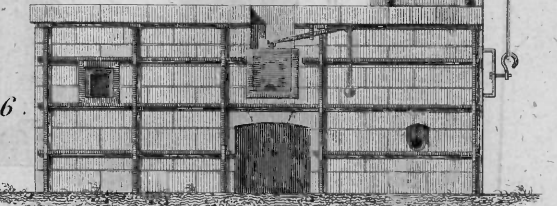
Coupe suivant la ligne G H de la fig. 14.

Fig. 14.



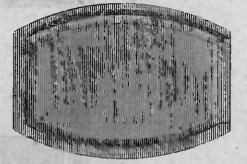
Plan de la finerie.

Fig. 16.



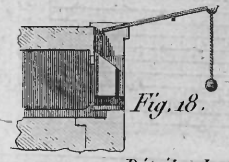
Elevation.

Fig. 20.



Plan de la sole d'un fourneau à réchauffer.  
(Reheating ou mill-furnace)

Fig. 18.

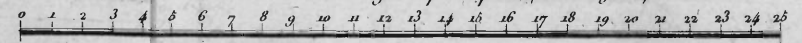


Détails de la porte du fourneau à puddler fig. 16.

Fig. 19.



Echelle de deux lignes pour pied (mesure anglaise)



# Traitement du fer en Angleterre.

Machine pour cingler et étirer le fer.

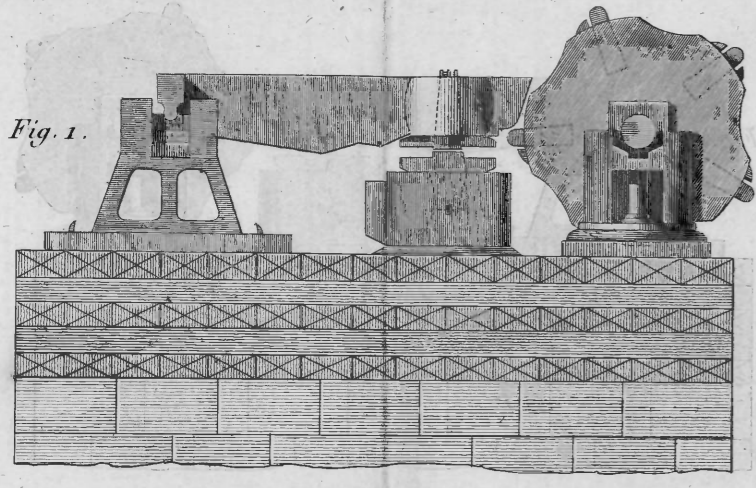


Fig. 1. Elevation du marteau et des cames (Caming-bag).

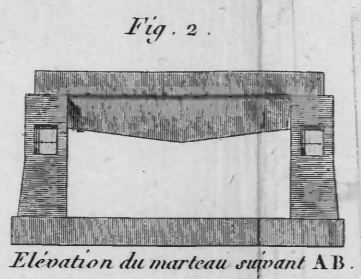


Fig. 2. Elevation du marteau supant AB.

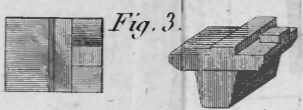


Fig. 3. Détails de la panne.

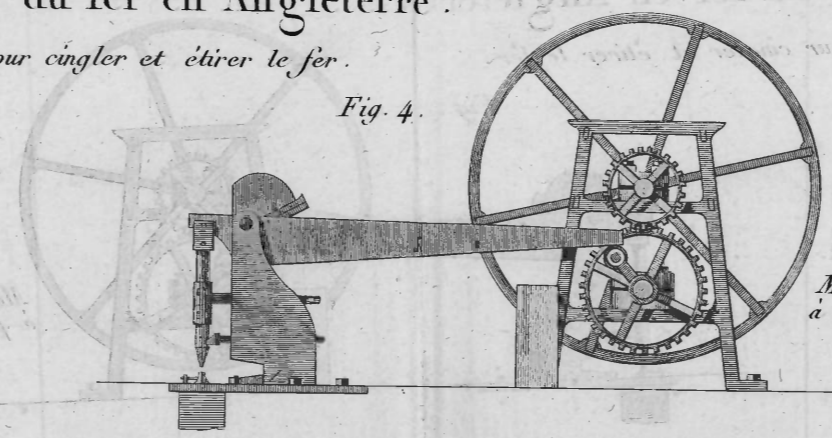


Fig. 4. Machine à percer.

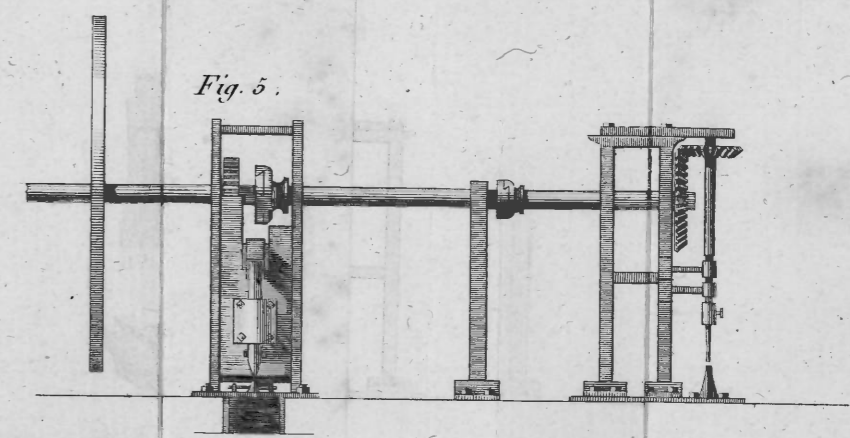


Fig. 5. Table pour redresser les barres.

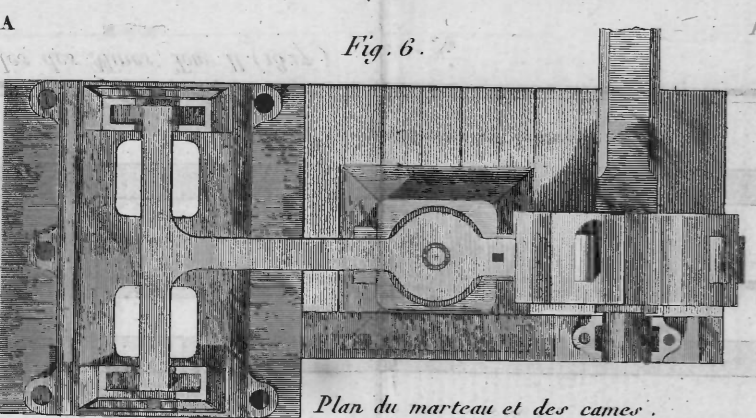
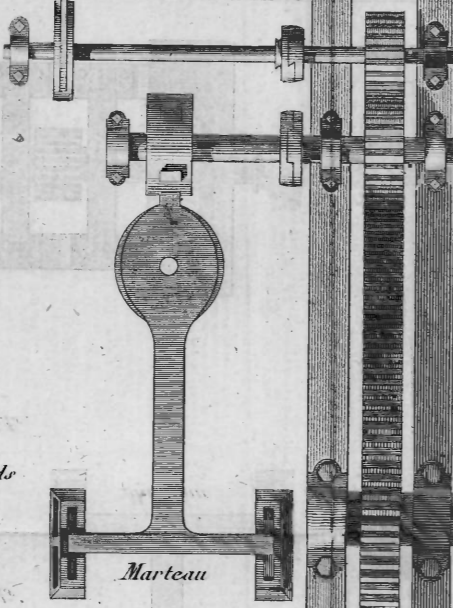


Fig. 6. Plan du marteau et des cames.



Cisaille



Marteau



Fig. 8. Emplacement de la machine motrice.

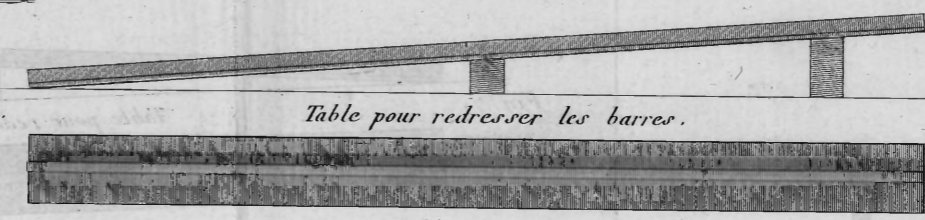
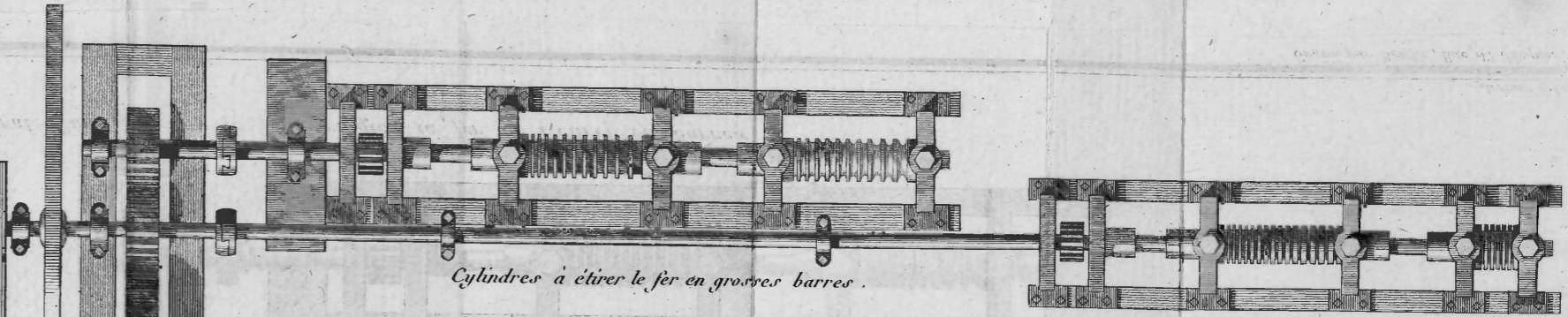
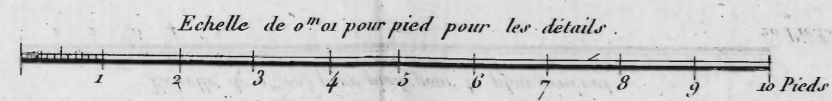


Fig. 7. Table pour redresser les barres.

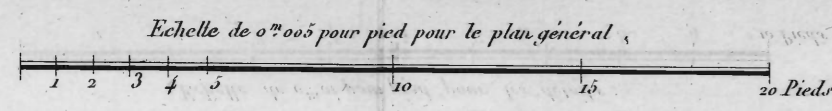


Cylindres à étirer le fer en grosses barres.

Cylindres à étirer. Fenderie.



Echelle de 0<sup>m</sup>01 pour pied pour les détails.



Echelle de 0<sup>m</sup>005 pour pied pour le plan général.

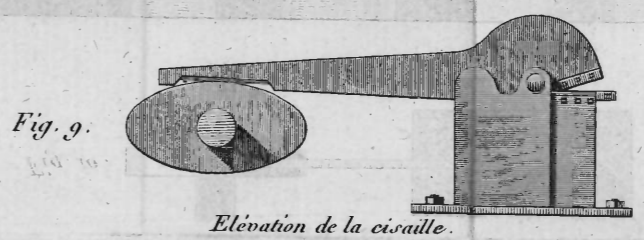


Fig. 9. Elevation de la cisaille.

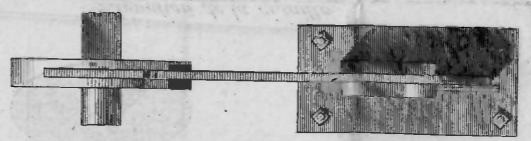
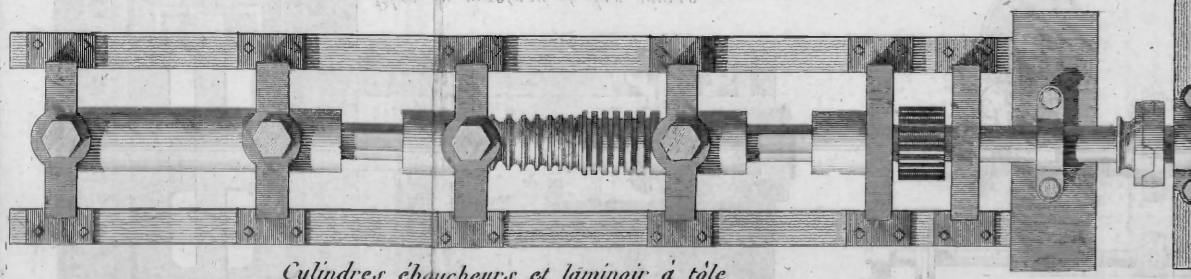


Fig. 10. Plan de la cisaille.

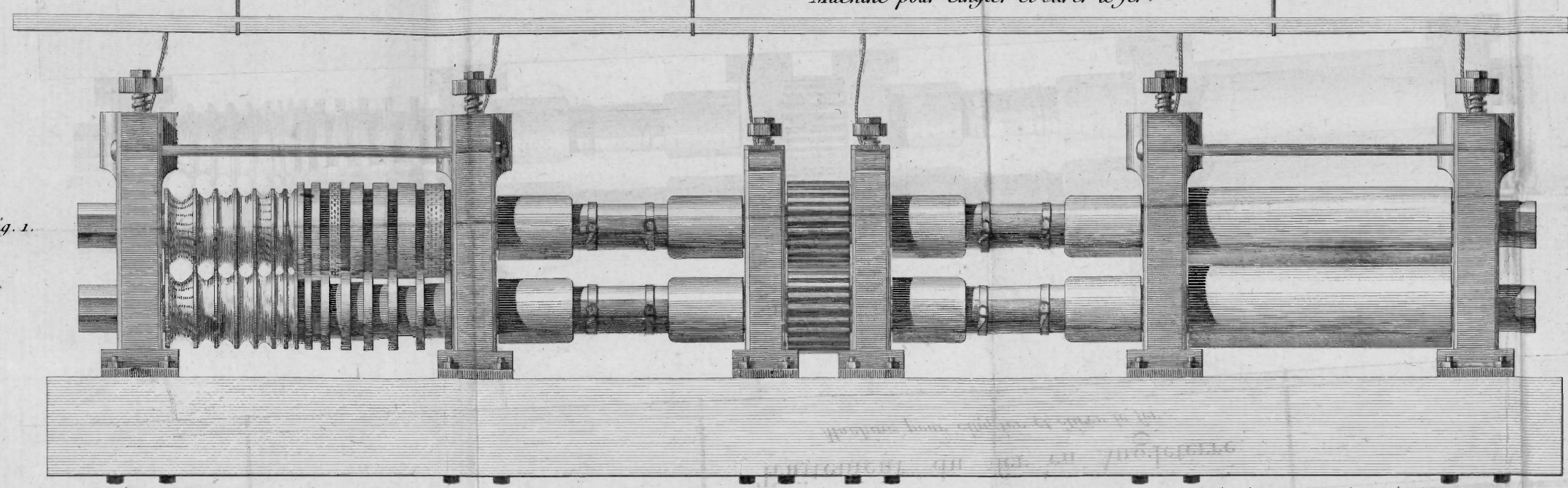


Cylindres ébaucheurs et laminoir à tôle

Plan général d'une machinerie pour cingler le fer et l'étirer en barres.

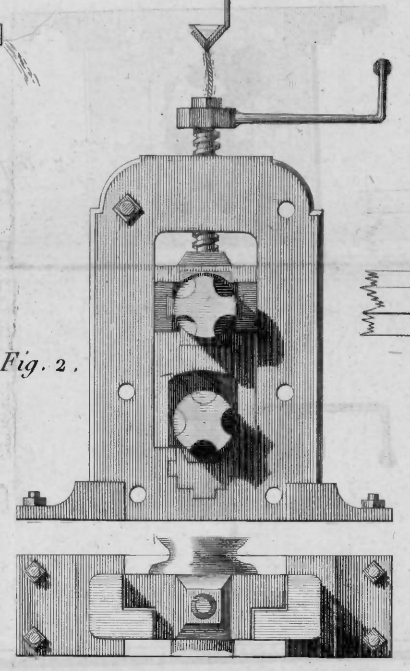
Traitement du fer en Angleterre.  
Machine pour cingler et étirer le fer.

Fig. 1.



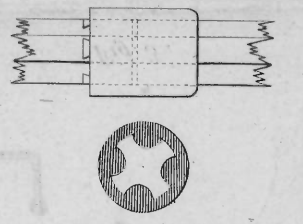
Elevation des cylindres ébaucheurs.

Fig. 2.



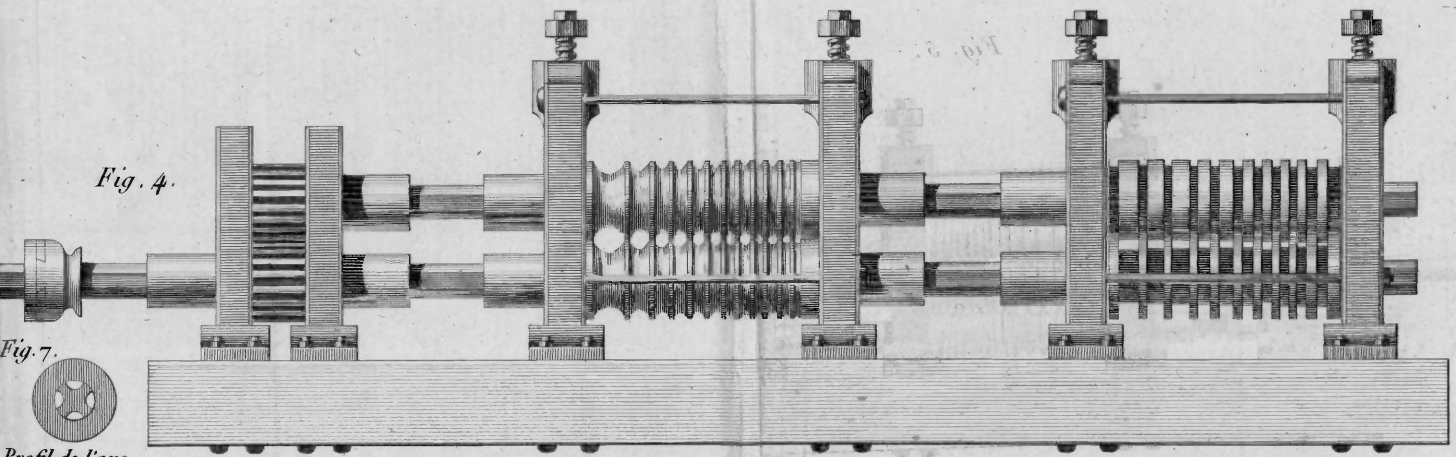
Ferme dans laquelle s'assemblent les cylindres, Fig. 1.

Fig. 3.



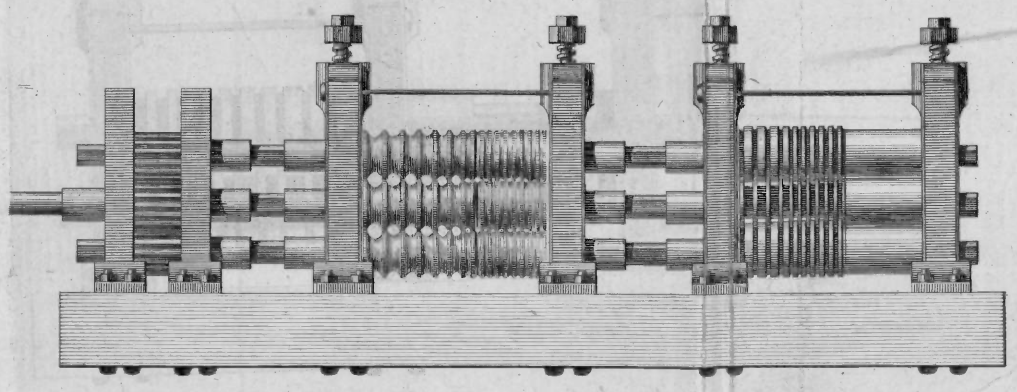
Plan et profil de l'axe et du manchon.

Fig. 4.



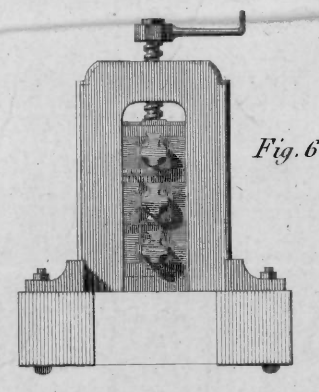
Elevation des cylindres à étirer le fer en grosses barres.

Fig. 5.



Elevation des cylindres à étirer le fer en barres de petits échantillons.

Fig. 6.



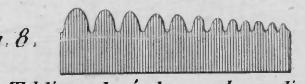
Ferme dans laquelle s'assemblent les cylindres, Fig. 5.

Fig. 7.



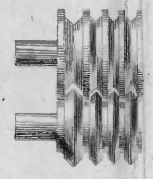
Profil de l'axe et du manchon.

Fig. 8.



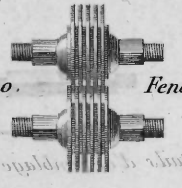
Tablier placé devant les cylindres.

Fig. 9.



Cylindres pour étirer des barres.

Fig. 10.

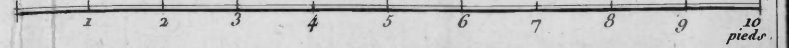


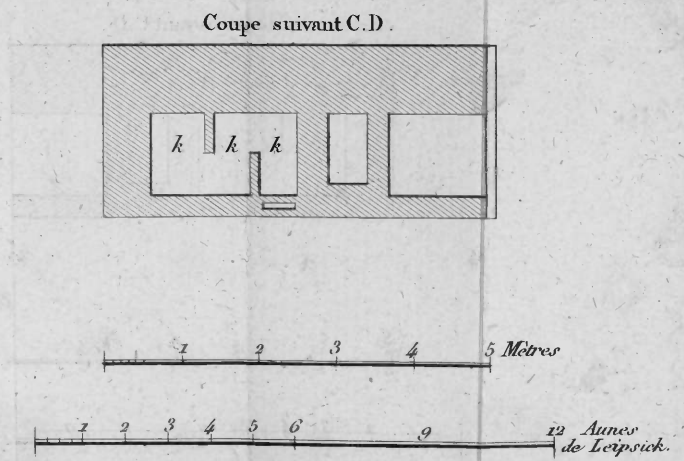
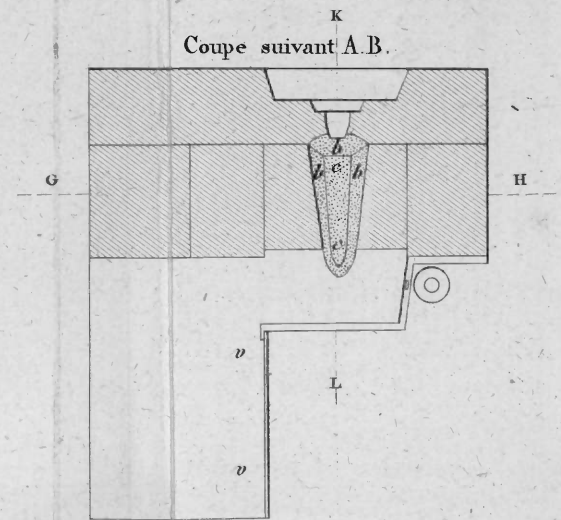
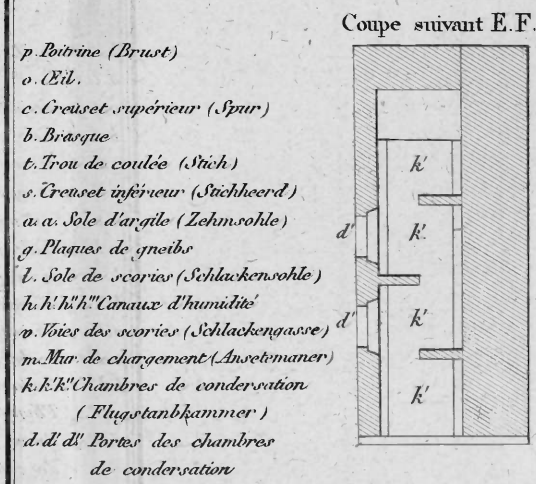
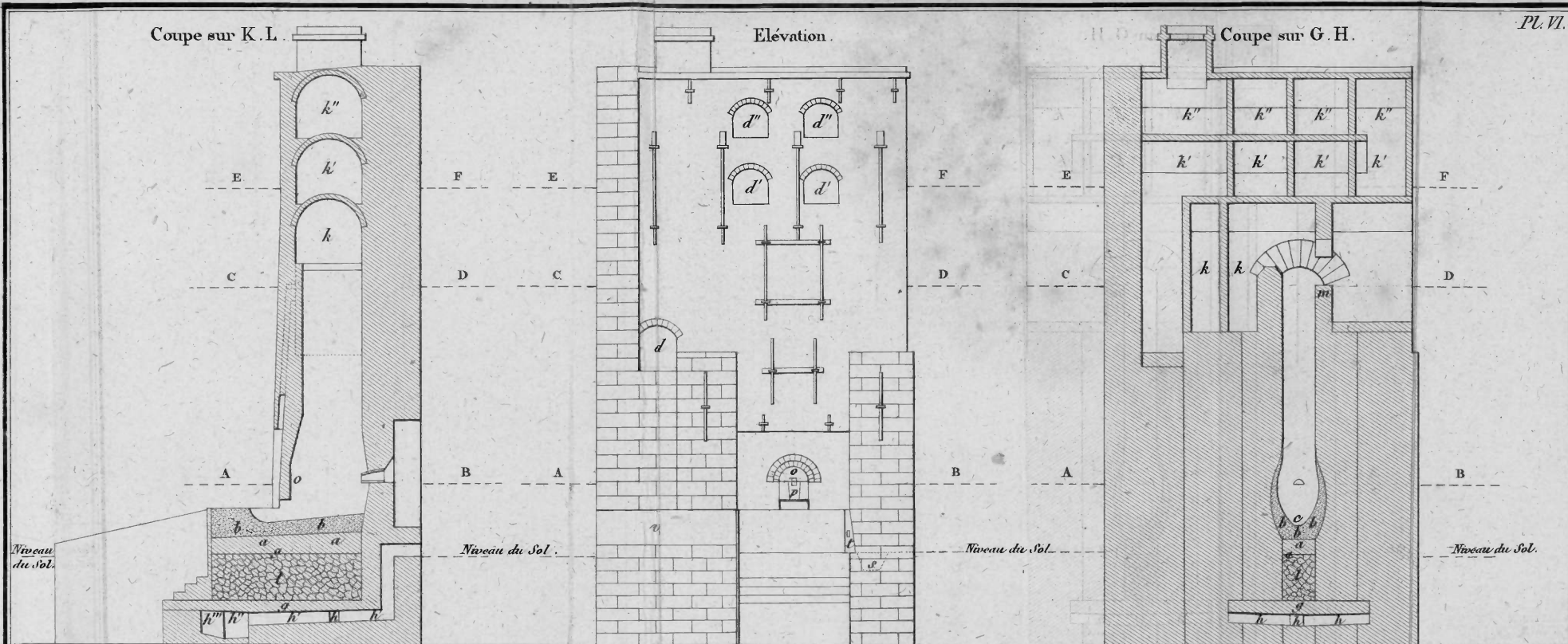
Fenderie.



Détails d'assemblage des cylindres de la fenderie.

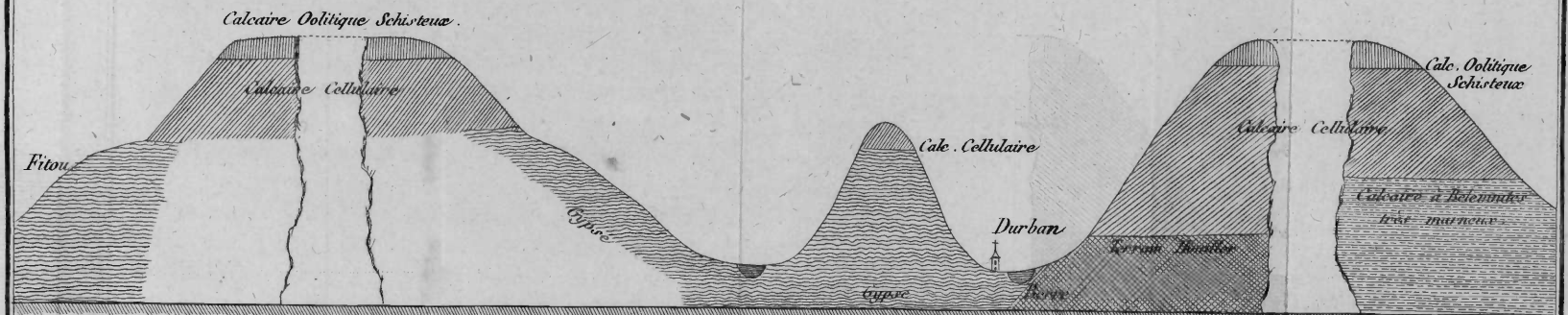
Echelle pour les fig. 1, 2, 3, 4, ... 10 | 0<sup>m</sup>02 pour pied.



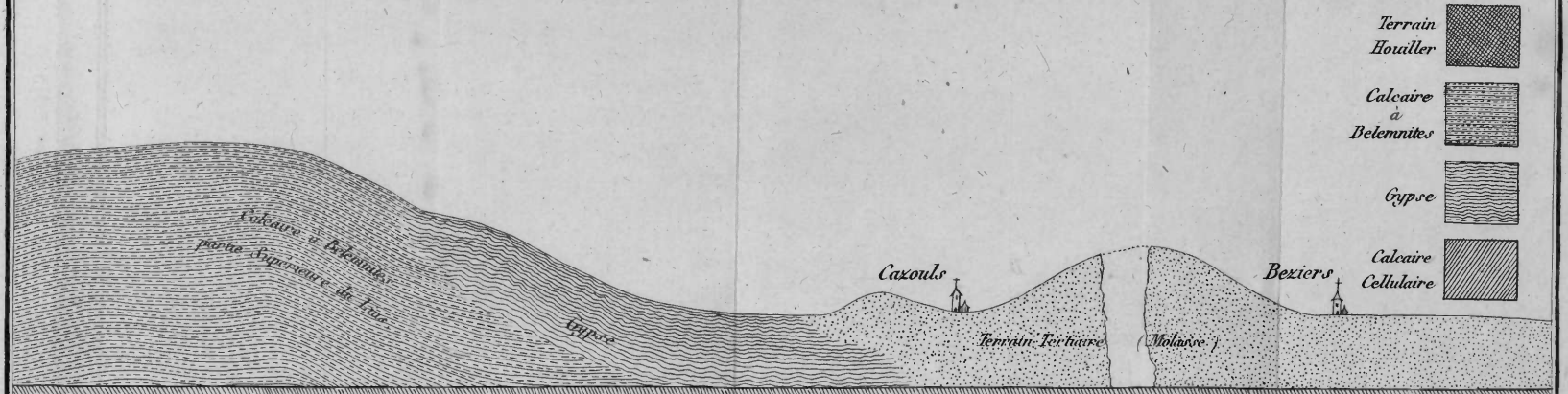










# Disposition du Gypse et du Calcaire .



Environs de Durban (Aude)



Environs de Cazouls près Beziers (Hérault)

- Terrain Houiller 
- Calcaire à Belemnites 
- Gypse 
- Calcaire Cellulaire 
- Calcaire Schisteux Oolithique 
- Terrain Tertiaire (Molasse) 

**DES MÉTAUX EN FRANCE.****RAPPORT**

*Fait au Jury central de l'Exposition des  
Produits de l'Industrie française, de  
l'année 1827, sur les objets relatifs à  
la Métallurgie;*

PAR A. M. HÉRON DE VILLEFOSSE,

Membre de ce Jury, Conseiller d'État, Inspecteur divisionnaire  
au Corps royal des Mines, Membre de l'Académie royale des  
Sciences, etc.

~~~~~

CE Rapport a été présenté au Jury central, au  
nom d'une Commission qu'il avait chargée de lui  
rendre compte de l'examen des produits relatifs  
aux arts métallurgiques, et qui était composée  
de quatre membres de ce Jury, ainsi qu'il suit :

M. le Vicomte HÉRICART DE THURY, *Conseiller  
d'État, Directeur des travaux publics de Paris,  
Ingénieur en chef au Corps royal des Mines,  
Inspecteur général des carrières de Paris, Membre  
de l'Académie des Sciences, Officier de la Légion-  
d'Honneur;*

T. II, 6<sup>e</sup>. livr. 1827.

26



M. MOLARD, *Chevalier de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, Membre de l'Académie des Sciences, Membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures, du Conseil d'administration de la Société d'Encouragement, ancien Administrateur du Conservatoire des Arts et Métiers;*

( M. MOLARD était spécialement chargé de l'exécution des essais auxquels ont été soumis les produits des arts métallurgiques. )

M. MIGNERON, *Chevalier de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines, Inspecteur particulier des carrières de Paris;*

M. HÉRON DE VILLEFOSSE, *Officier de la Légion-d'Honneur, etc., Rapporteur de la Commission (1).*

(1) Voyez les Rapports publiés sur le même objet par suite des Expositions de 1819 et 1823, et insérés dans les *Annales des Mines*, de 1820, tome V, page 17, et de 1823, tome VIII, page 649.

MESSIEURS (1),

L'Exposition des produits de l'industrie française nous fait un devoir d'examiner des questions qui, malgré la sécheresse de certains détails, ne sont pas d'un médiocre intérêt, puisqu'elles ont rapport à la prospérité de la France.

C'est relativement aux métaux, que nous devons entrer dans l'examen des produits exposés, et des questions qui les concernent. Pour cela, il convient de suivre le même ordre et la même division des matières, que dans les précédentes Expositions.

Ainsi, le plomb, l'étain, le cuivre, le zinc, le fer, et, par suite, l'or et l'argent, avec les autres métaux, et tous les produits dont la matière première est un métal, voilà ce que nous avons à considérer dans le présent rapport.

1°. Quel développement a pris, en France, chacune des branches de l'industrie métallurgique, depuis la dernière Exposition qui eut lieu en 1823, et quel degré d'importance présente chacune de ces branches en 1827?

2°. Quels sont les genres de fabrication aux-

(1) On sait que le Jury central était composé des personnes ci-après désignées :

M. le marquis d'Herbouville, *président;*

MM. Arago, Bellanger, Brongniart, Camille-Beuvais, Christian, D'Arcet, Fontaine, Gay-Lussac, Gérard, Guillard de Senainville, Héricart de Thury, Héron de Villefosse, Legentil, Lemoine-Desmares, Mignerou (*secrétaire*), Molard, Amédée de Pastoret, Quatremère de Quincy, Rey, Tarbé de Vauxclairs, Thénard.

quels on s'est livré avec le plus de succès en France, depuis la même époque, et dans quels départemens peut-on reconnaître le plus d'activité, d'après le nombre des produits de chaque genre qui ont été envoyés à l'Exposition ?

Telles sont les questions sur lesquelles il paraît nécessaire de s'arrêter d'abord, pour être en état de résoudre ensuite cette question finale dont la solution est le but des travaux du Jury central :

3°. Quels sont les fabricans français qui ont droit aux récompenses royales, par suite de l'Exposition des produits de l'industrie, en 1827 ?

Des trois questions qui viennent d'être indiquées, les deux premières seront traitées dans la première partie de ce rapport; elle aura pour titre, comme en 1819 et en 1825, *Coup-d'œil sur l'ensemble des produits métallurgiques, exposés*. La troisième question, relative à la détermination du mérite des produits et des fabriques, sera l'objet d'une seconde partie, intitulée : *Détails concernant les produits métallurgiques, exposés en 1827*.

Nous terminerons ce rapport par une troisième partie qui consistera dans une liste indicative des fabricans jugés dignes d'obtenir les récompenses que le Roi destine à l'industrie française.

## PREMIÈRE PARTIE.

*Coup-d'œil sur l'ensemble des produits métallurgiques, exposés en 1827.*

POUR mesurer le développement de l'industrie métallurgique, et pour déterminer le degré d'importance qu'elle présente en France, il faut d'abord connaître les quantités de matières métalliques, sur lesquelles s'exerce annuellement cette industrie dans l'ensemble des ateliers français.

De précieuses données à cet égard nous sont offertes, 1°. par les états de produits, que dressent annuellement MM. les Ingénieurs des mines, et qui contiennent tous les détails relatifs à chacun des établissemens métallurgiques de la France; 2°. par les procès-verbaux des Jurys spéciaux, qui dans les départemens ont examiné les objets exposés, avant de les admettre au concours; 3°. enfin, par les tableaux que publie, chaque année, l'Administration générale des douanes, concernant les quantités de marchandises, qui sont importées en France pour la consommation intérieure, et les produits du sol français qui sont exportés du royaume pendant le même temps. A ces documens nous joindrons ceux qui nous sont fournis, tant par les comptes généraux de l'Administration des finances, relativement aux monnoies, que par des recherches faites à la Direction générale des contributions indirectes, en ce qui concerne les matières d'or et d'argent soumises au droit de garantie, et par un intéressant recueil

de faits, que M. le Préfet de la Seine a publié sous le titre de *Recherches statistiques sur la ville de Paris* (1823 et 1826).

Voyons d'abord quels sont les métaux que l'on extrait du sol de la France, et quelles quantités de ces métaux bruts, ou matières premières, ont été obtenues dans les établissemens français de mines et usines pendant les deux années 1822 et 1826. Nous verrons ensuite quelles quantités de métaux bruts ont été importées en France, pour la consommation intérieure du royaume, abstraction faite de l'entrepôt et du transit, d'une part pendant les quatre années qui ont précédé l'Exposition de 1823, et d'autre part pendant les quatre années qui ont précédé l'Exposition de 1827. Nous établirons ainsi, tant pour 1822 que pour 1826, le terme moyen d'importation annuelle de ces métaux, et par suite, après déduction faite des quantités exportées de l'intérieur du royaume, nous connaîtrons, pour chacune de ces deux mêmes années 1822 et 1826, les quantités de métaux bruts qui furent destinées à la consommation intérieure, c'est-à-dire, employées par l'industrie manufacturière dans les ateliers français.

Au moyen de ces calculs, suffisamment approximatifs, nous pourrions déterminer, pour chacune des deux époques, le degré d'activité des ateliers, et comparer les époques entre elles; tel est l'objet de deux tableaux qui suivent :

Le premier fait voir, sans aucun double emploi des mêmes matières, quel fut le produit moyen des mines et minières métalliques de la France, d'un côté en 1822, et de l'autre en 1826. (*Voy. Tabl. N<sup>o</sup>. 1, p. 408.*)

Le second tableau présente d'abord, année par année, les quantités d'importation des métaux bruts, depuis 1819 jusqu'à 1826 inclusivement, quantités dont la progression croissante est remarquable; ensuite, il indique les quantités exportées de l'intérieur du royaume. Pour chacune des deux périodes de quatre années, ce tableau nous montre quel fut le terme moyen de l'importation et de l'exportation des métaux bruts, c'est-à-dire des métaux parvenus au degré de pureté qui leur donne leur nom propre, et considérés comme matières premières, abstraction faite de l'industrie manufacturière qui les élabore ultérieurement. (*Voy. Tabl. N<sup>o</sup>. 2, p. 424.*)

Ainsi, en déduisant du terme moyen d'importation le terme moyen d'exportation, nous verrons quel était, d'une part en 1822, et de l'autre en 1826, le terme moyen de la consommation des métaux importés, dans l'ensemble des ateliers de la France.

Si l'on ajoute à ce terme moyen que nous offre le second tableau, celui qui, dans le premier, indique le produit des mines et minières pour 1822 et pour 1826, on trouvera, soit pour la première de ces années, soit pour la seconde, un total de consommation des métaux bruts, à l'état de métaux neufs, total auquel il ne s'agira plus, pour déterminer le degré d'activité des ateliers métallurgiques de la France, que d'ajouter, relativement à quelques métaux, certaines quantités de métal vieux que l'on refond avec le métal neuf, dans de certaines proportions, ainsi que nous le verrons plus tard; mais jetons d'abord un coup-d'œil sur les deux tableaux annoncés :

N<sup>o</sup>. 1. TABLEAU général du produit des mines et minières métalliques de la France, pendant les deux années 1822 et 1826, sans double emploi des mêmes matières.

| MÉTAUX<br>provenant du sol<br>français.                                                             | Quantités en qx. mèt.                                        |                                            | PRIX MOYEN<br>du qal. mèt.<br>en 1826. | VALEUR totale<br>des produits<br>en 1826. | RENOVI<br>aux annotations<br>qui suivent :        |                     |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                                                     | An. 1822.                                                    | An. 1826.                                  |                                        |                                           |                                                   |                     |                     |
| Plomb en saumons.....                                                                               | 2.517                                                        | 1.830                                      | 64 »                                   | 117.120                                   | Voyez — 1 <sup>o</sup> . et<br>Argent ci-dessous. |                     |                     |
| — oxidé (litharge) don-<br>nant 0,90 de plomb...                                                    | 2.526                                                        | 5.137                                      | 60 »                                   | 308.220                                   |                                                   |                     |                     |
| — sulfuré (alquifoux)<br>tenant 0,60 de plomb.                                                      | 1.123                                                        | 1.642                                      | 40 »                                   | 65.680                                    |                                                   |                     |                     |
| Cuivre noir, donnant<br>0,85 en cuivre pur...                                                       | 1.478                                                        | 1.640                                      | 180 »                                  | 295.200                                   | — 2 <sup>o</sup> .                                |                     |                     |
| Antimoine sulfuré fon-<br>du, dit antimoine cru,<br>donnant 0,45 en anti-<br>imoine pur, ou régule. | 1.023                                                        | 917                                        | 70 »                                   | 64.190                                    | — 3 <sup>o</sup> .                                |                     |                     |
| Arsenic natif.....                                                                                  | »                                                            | 50                                         | 60 »                                   | 3.000                                     | — 4 <sup>o</sup> .                                |                     |                     |
| Manganèse oxidé.....                                                                                | 1.800                                                        | 7.550                                      | 8 »                                    | 60.400                                    | — 5 <sup>o</sup> .                                |                     |                     |
| Fonte de fer brute, pour<br>moulage en 1 <sup>o</sup> . fusion.                                     | 150.000                                                      | 256.065                                    | 20 »                                   | 5.121.300                                 | — 6 <sup>o</sup> . et 7 <sup>o</sup> .            |                     |                     |
| Fer en<br>grosses<br>barres.                                                                        | (provenant de<br>fonte affinée<br>au charbon<br>de bois..... | 618.540                                    | 783.062                                | 56 »                                      | 43.851.472                                        | — 8 <sup>o</sup> .  |                     |
|                                                                                                     |                                                              | — des forges<br>catalanes...               | 93.470                                 | 93.000                                    | 52 »                                              | 4.836.000           | — 9 <sup>o</sup> .  |
|                                                                                                     |                                                              | — de fonte<br>affinée à la<br>houille..... | »                                      | 400.370                                   | 48 »                                              | 19.217.760          | — 7 <sup>o</sup> .  |
| Acier...                                                                                            | (naturel en<br>barres....                                    | 20.000                                     | 32.568                                 | 80 »                                      | 2.605.440                                         | — 10 <sup>o</sup> . |                     |
|                                                                                                     |                                                              | cémenté.....                               | 15.000                                 | 20.560                                    | 135 »                                             | 2.775.600           | — 10 <sup>o</sup> . |
|                                                                                                     | (fondu en lin-<br>gots.....                                  | 800                                        | 1.725                                  | 240 »                                     | 414.000                                           | — 10 <sup>o</sup> . |                     |
| Argent en lingots.....                                                                              | 1.088                                                        | 1.162                                      | 219 »                                  | 254.478                                   | — 1 <sup>o</sup> .                                |                     |                     |
| TOTAUX..                                                                                            | 908.287                                                      | 1.606.127                                  | .....                                  | 79.989.860                                |                                                   |                     |                     |
| Voyez quant aux prix énoncés.....                                                                   |                                                              |                                            |                                        |                                           | — 11 <sup>o</sup> .                               |                     |                     |
| aux produits non métalliques des mines et minières.                                                 |                                                              |                                            |                                        |                                           | — 12 <sup>o</sup> .                               |                     |                     |

Annotations sur les mines et minières.

Le tableau qui précède exige quelques annotations que voici :

1<sup>o</sup>. Les mines qui ont produit les quantités énoncées de plomb et de litharge sont situées dans les départemens dont les noms suivent avec indication du produit de chacune d'elles pour l'année 1826 :

- Finistère, à Poullaouen et Huelgoat,  
Plomb. . . . 138, qx. m. 45  
Litharge. . . 4874, 28.
- Lozère, à Villefort et Vialas,  
Plomb. . . . 270, qx. m. 87  
Litharge. . . 263, 18.
- Vosges, à Lacroix,  
Plomb. . . . 330, qx. m. ».
- Haut-Rhin, à Sainte-Marie,  
Plomb. . . . 500, qx. m. ».
- Isère, à la Grave, et à Vienne où l'usine est située,  
Plomb. . . . 441, qx. m. ».
- Loire, à Saint-Julien-Molin-Molette, et dans l'u-  
sine de Vienne ( Isère ),  
Plomb. . . . 150, qx. m. ».

Les quantités susmentionnées de litharge, d'après le produit habituel qui est de 90 de plomb pour 100 de litharge réduite ou revivifiée dans les usines, représentent en plomb pur,  
Pour l'année 1822, un total de 2.273 qx. m. de plomb,  
Pour l'année 1826, ——— 4.623.

En ajoutant chacune de ces dernières quantités au produit obtenu directement en plomb, pour chacune des deux années, on voit que la quantité de ce métal, qui provint des mines de France, tant directement, que par la réduction de la litharge, fut,

En 1822, un total de 4.790 qx. m. de plomb,  
En 1826, ——— 6.453.

Alquifoux.

Quant au plomb sulfuré, dit *alquifoux*, ce minerai préparé n'est pas ordinairement converti en métal, mais il est employé pour la fabrication des poteries communes; c'est pourquoi l'alquifoux ne se trouve pas compris dans les totaux de plomb ci-dessus indiqués. Le produit en alquifoux est obtenu dans sept départemens dont voici les noms: Haute-Loire, Rhône, Loire, Isère, Hautes-Alpes, Lozère, Corrèze.

Argent.

Les quantités d'argent qui sont portées sur notre tableau ont été obtenues de la coupellation du plomb argentifère dans quelques-unes des usines où s'opère la fusion des minerais de plomb.

En 1826, le produit en argent fin a été, pour chacune de ces usines, tel qu'il suit :

Dans le département du Finistère, à Poullaouen et Huelgoat. . . . . 776, kil. 07  
 — Lozère, à Villefort et Vialas. 346, 47  
 — Vosges, à Lacroix. . . . . 40, „

Cuivre.

2°. Le cuivre non raffiné, que l'on nomme cuivre noir, provient des mines ci-après indiquées. Le produit de ces mines fut, en 1826,

Dans le département du Rhône, à Saint-Bel et Chessy . . . . . 1.465 quint. mét.  
 — Haut-Rhin, à Ste.-Marie. . . . . 175.

Ce cuivre noir donne, par l'affinage, 0,85 de son poids, en cuivre-rossette, d'après le terme moyen de plusieurs années. (*Voyez Annales des Mines de 1825, p. 255.*)

Ainsi, les quantités susénoncées de cuivre noir représentent en cuivre-rossette,

Pour l'année 1822, un total de 1.256 quint. mét.,  
 Pour l'année 1826, ——— 1.394.

Antimoine.

3°. Les mines d'antimoine qui ont fourni le produit total porté sur le tableau, sont situées dans sept départemens dont suit l'indication : Creuze,

Puy-de-Dôme, Cantal, Haute-Loire, Gard, Ardèche, Lozère. Cette matière est en général répandue dans le commerce à l'état d'antimoine sulfuré fondu, qui est connu sous le nom d'*antimoine cru*. On emploie 220 kilogrammes de cet antimoine cru pour obtenir 100 kilogrammes d'antimoine métallique; en d'autres termes, l'antimoine cru du commerce donne 0,45 de son poids, en régule d'antimoine. Ainsi, les quantités d'antimoine cru qui sont portées sur le tableau représentent en antimoine métallique ou régule,

Pour l'année 1822, un total de 460, qx. m. 35,  
 Pour l'année 1826, ——— 412, 65.

4°. La quantité énoncée d'arsenic natif consiste en minerai obtenu de la mine de Sainte-Marie (Haut-Rhin), et destiné à être converti en arsenic oxidé blanc. Arsenic.

5°. Le manganèse oxidé provient des départemens de Saône-et-Loire et de la Dordogne. On sait que cette matière métallique est employée dans les arts à l'état d'oxide convenablement préparé. Manganèse.

6°. Les quantités de fonte de fer qui sont portées sur notre tableau, pour l'année 1826, diffèrent de celles que nous avons constatées ailleurs pour l'année 1825. C'est à cause des accroissemens de production, qui ont eu lieu comme on l'espérait. A cet égard, les états de produits dressés par MM. les Ingénieurs des mines, pour l'exercice 1826, présentent des faits remarquables dont voici le résumé : Fonte de fer.

Pendant l'exercice 1826, les hauts-fourneaux, au nombre de 424, qui ont consommé les produits des mines et minières de fer de la France, ont fourni les quantités de fonte, tant brute que moulée de première fusion, qui sont indiquées ci-après:

Produit en fonte de fer, en 1826.

| Inspection des Mines.                    | DÉPARTEMENTS.                | Hauts-fourneaux. |         | FONTE brute, en gueuse. | TOTAUX par Inspection. | FONTE moulée de 1 <sup>re</sup> . fusion. | TOTAUX par Inspection. |
|------------------------------------------|------------------------------|------------------|---------|-------------------------|------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
|                                          |                              | nombre.          | qx. m.  |                         |                        |                                           |                        |
| 1 <sup>re</sup> .<br>60 hauts-fourneaux. | Eure-et-Loir...              | 1                | »       | »                       | »                      | 9.250                                     | »                      |
|                                          | Loir-et-Cher...              | 1                | 1.775   | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Indre-et-Loire.              | 3                | 2.609   | »                       | »                      | 190                                       | »                      |
|                                          | Deux-Sèvres...               | 1                | 2.000   | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Vienne.....                  | 2                | 4.600   | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Indre.....                   | 14               | 38.736  | »                       | »                      | 2.381                                     | »                      |
|                                          | Haute-Vienne..               | 4                | 6.690   | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Corrèze.....                 | 2                | 4.699   | »                       | »                      | 397                                       | »                      |
|                                          | Maine-et-Loire.              | 1                | 6.036   | »                       | »                      | 60                                        | »                      |
|                                          | Mayenne.....                 | 8                | 29.550  | »                       | »                      | 2.500                                     | »                      |
|                                          | Sarthe.....                  | 5                | 9.740   | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Morbihan.....                | 4                | 9.300   | »                       | »                      | 6.000                                     | »                      |
|                                          | Loire-Infér <sup>e</sup> ... | 4                | 17.000  | »                       | »                      | 125                                       | »                      |
|                                          | Côtes-du-Nord.               | 4                | 9.050   | »                       | »                      | 2.500                                     | »                      |
| Ille-et-Vilaine..                        | 6                            | 18.000           | »       | »                       | 7.743                  | »                                         |                        |
| 2 <sup>e</sup> .<br>72 hauts-fourneaux.  | Manche.....                  | 1                | »       | »                       | »                      | 4.200                                     | »                      |
|                                          | Orne.....                    | 13               | 31.099  | »                       | »                      | 4.702                                     | »                      |
|                                          | Eure.....                    | 10               | 20.000  | »                       | »                      | 25.000                                    | »                      |
|                                          | Nord.....                    | 3                | 9.007   | »                       | »                      | 3.491                                     | »                      |
|                                          | Meuse.....                   | 22               | 91.586  | »                       | »                      | 29.710                                    | »                      |
|                                          | Ardennes.....                | 23               | 95.918  | »                       | »                      | 19.030                                    | »                      |
| 3 <sup>e</sup> .<br>201 hauts-fourneaux. | Moselle.....                 | 13               | 104.177 | »                       | »                      | 16.001                                    | »                      |
|                                          | Bas-Rhin.....                | 3                | 10.640  | »                       | »                      | 6.000                                     | »                      |
|                                          | Vosges.....                  | 6                | 24.880  | »                       | »                      | 3.950                                     | »                      |
|                                          | Haut-Rhin...                 | 5                | 24.182  | »                       | »                      | 10.240                                    | »                      |
|                                          | Haute-Saône...               | 34               | 227.636 | »                       | »                      | 30.101                                    | »                      |
|                                          | Haute-Marne...               | 52               | 300.174 | »                       | »                      | 25.286                                    | »                      |
|                                          | Yonne.....                   | 2                | 13.500  | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Côte-d'Or.....               | 36               | 193.950 | »                       | »                      | 4.700                                     | »                      |
|                                          | Nièvre.....                  | 26               | 97.962  | »                       | »                      | 3.144                                     | »                      |
|                                          | Cher.....                    | 15               | 81.940  | »                       | »                      | 2.000                                     | »                      |
| 4 <sup>e</sup> .<br>32 hauts-fourneaux.  | Allier.....                  | 4                | 14.154  | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Saône-et-Loire.              | 5                | 13.710  | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Loire.....                   | 5                | 22.500  | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Doubs.....                   | 9                | 47.300  | »                       | »                      | 5.850                                     | »                      |
|                                          | Jura.....                    | 8                | 44.480  | »                       | »                      | 3.205                                     | »                      |
| 5 <sup>e</sup> .<br>59 hauts-fourneaux.  | Isère.....                   | 10               | 34.459  | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Tarn-et-Garon <sup>e</sup> . | 2                | 1.381   | »                       | »                      | »                                         | »                      |
|                                          | Bass.-Pyénées.               | 2                | 350     | »                       | »                      | 1.700                                     | »                      |
|                                          | Landes.....                  | 4                | 18.164  | »                       | »                      | 5.415                                     | »                      |
|                                          | Lot-et-Garon <sup>e</sup> .  | 3                | 3.300   | »                       | »                      | 2.025                                     | »                      |
|                                          | Gironde.....                 | 4                | 1.200   | »                       | »                      | 390                                       | »                      |
|                                          | Charente.....                | 6                | 9.640   | »                       | »                      | 1.600                                     | »                      |
| TOTAUX..                                 |                              | 424              |         |                         |                        | 1.739.269                                 | 256.065                |

Ainsi, la production totale de fonte, tant brute que moulée de 1<sup>re</sup>. fusion, est de 1.995.534. qx. m.

Sur le total de fonte brute, 35.026 quintaux métriques sont provenus de la fusion du minerai de fer par le moyen de la houille carbonisée, dite coke, dans les départements ci-après :

|                    |        |             |
|--------------------|--------|-------------|
| Moselle.....       | 3.218  | quint. mét. |
| Saône-et-Loire.... | 808    | »           |
| Loire.....         | 22.500 | »           |
| Isère.....         | 8.500  | »           |

TOTAL. . . 35.026 quint. mét.

Tout le reste a été obtenu par le moyen du charbon de bois.

7<sup>o</sup>. Une portion du total de fonte brute sus-énoncé a été employée pour la fabrication du fer en barres affiné à la houille. On a obtenu, par ce procédé, les quantités suivantes :

Fer à la houille.

Produit en fer à la houille, en 1826.

| INSPECTIONS des Mines.                    | DÉPARTEMENTS.                | Fours d'affinage. |         | Fer à la houille. | TOTAUX par Inspection. |
|-------------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|
|                                           |                              | nombre.           | qx. m.  |                   |                        |
| 1 <sup>re</sup> .<br>19 fours d'affinage. | Seine.....                   | 10                | 31.616  | 52.816            | »                      |
|                                           | Loire-Infér <sup>e</sup> ... | 5                 | 15.000  |                   |                        |
|                                           | Ille-et-Vilaine.             | 4                 | 6.200   |                   |                        |
| 2 <sup>e</sup> .<br>33 fours.             | Oise.....                    | 2                 | 5.800   | 75.750            | »                      |
|                                           | Nord.....                    | 7                 | 20.000  |                   |                        |
|                                           | Meuse.....                   | 6                 | 19.600  |                   |                        |
| 3 <sup>e</sup> .<br>57 fours.             | Ardennes.....                | 18                | 30.350  | 137.471           | »                      |
|                                           | Moselle.....                 | 14                | 37.202  |                   |                        |
|                                           | Vosges.....                  | 1                 | 1.500   |                   |                        |
|                                           | Côte-d'Or.....               | 10                | 28.000  |                   |                        |
|                                           | Nièvre.....                  | 21                | 59.214  |                   |                        |
| 4 <sup>e</sup> .<br>40 fours.             | Cher.....                    | 2                 | 9.360   | 134.333           | »                      |
|                                           | Saône-et-Loire.              | 9                 | 2.195   |                   |                        |
|                                           | Loire.....                   | 38                | 127.600 |                   |                        |
|                                           | Doubs.....                   | 2                 | 6.733   |                   |                        |
| TOTAUX..                                  |                              | 149               |         | 400.370           | qx. m.                 |



Ce total, à raison de 1.325 de fonte brute pour 1.000 de fer, terme moyen calculé sur l'ensemble des usines françaises de ce genre, a exigé 530.490 quintaux métriques de fonte brute.

On a de plus obtenu, dans le département du Nord, 25.000 quint. mét. de fer, provenant de 57.500 quint. mét. de vieilles ferrailles que l'on y a traitées, par le moyen de la houille, dans quelques usines secondaires. Par le même procédé, 1.000 quint. mét. d'essieux ont été fabriqués dans la ville d'Arras (Pas-de-Calais).

Fer  
au charbon  
de bois.

8°. Si du total de fonte brute, qui est posé ci-dessus (p. 412) . . . . . 1.739.269 q. m. on soustrait le total de fonte brute employée pour la fabrication du fer affiné à la houille. . . . . 530.490

Il reste pour la fabrication du fer affiné au charbon de bois, et pour la fabrication de l'acier naturel provenant de fonte. . 1.208.779 q. m. de fonte brute.

La fabrication de l'acier naturel, objet sur lequel nous reviendrons plus tard, n'a exigé qu'environ 41.025 quintaux métriques de fonte, pour 28.364 quint. mét. d'acier naturel; car, le surplus de la quantité qui sera indiquée ci-après, est un produit des forges catalanes de l'Ariège. Ainsi, le reste susénoncé de fonte brute se réduit à 1.167.754 quint. mét. pour la fabrication du fer affiné au charbon de bois. Ce reste, à raison de 1.450 de fonte pour 1.000 de fer, terme moyen calculé sur l'ensemble des usines françaises de ce genre, a produit 805.347 quint. mét. de fer en

barres ainsi fabriqué, quantité sur laquelle on a pris environ 22.285 quint. mét. pour la fabrication de l'acier cémenté et de l'acier fondu, et qui par là se trouve réduite à 783.062 quint. mét. de fer en barres provenant des mines et minières de la France. (*Voy. Tabl. N° 1, p. 408.*)

La quantité de fer affiné au charbon de bois, qui est portée sur les états de produits, est plus forte que celle qui vient d'être indiquée: c'est parce que la première comprend, outre le produit des mines et minières de la France, en fer au charbon de bois, celui qui, dans les usines françaises, est résulté de l'emploi, tant de la fonte importée, que de la fonte prise sur des approvisionnements antérieurs à l'exercice dont il s'agit, ou sur des réserves très-considérables de vieille fonte et de ferrailles, qui ont été vendues extraordinairement et employées, dans les forges, pour la fabrication du fer.

On sait en effet, que pendant l'année 1826, les demandes de fonte de fer s'étant fort multipliées, à cause du rapide essor qu'avait pris la fabrication du fer en France, tout ce qui n'était pas utile dans les arsenaux, dans les ports et en général dans les magasins, soit publics, soit particuliers, a été livré au commerce; il est même plusieurs grands établissemens de forges, qui n'ont été alimentés de fonte, que par ce moyen.

Voici la quantité totale de fer affiné au charbon de bois, qui est portée dans les états de produits pour l'exercice 1826:

416 SUR LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES  
Produit en fer au charbon de bois, en 1826.

| INSPECTIONS<br>des<br>MINES.                  | DÉPARTEMENTS.     | Feux<br>d'affi-<br>nerie. | Fer en<br>barres. | TOTAUX<br>par<br>Inspection. |
|-----------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|
|                                               |                   | nombr.                    | qx. m.            | qx. mét.                     |
| 1 <sup>re</sup><br>153 feux d'affi-<br>nerie. | Eure-et-Loir...   | 4                         | 4.350             | 102.160                      |
|                                               | Loir-et-Cher...   | 8                         | 1.178             |                              |
|                                               | Indre-et-Loire... | 3                         | 370               |                              |
|                                               | Deux-Sèvres...    | 2                         | 1.250             |                              |
|                                               | Vienne.....       | 5                         | 3.034             |                              |
|                                               | Indre.....        | 30                        | 22.688            |                              |
|                                               | Haute-Vienne..    | 38                        | 9.855             |                              |
|                                               | Corrèze.....      | 11                        | 4.376             |                              |
|                                               | Maine-et-Loire..  | 3                         | 3.960             |                              |
|                                               | Mayenne.....      | 10                        | 18.127            |                              |
|                                               | Sarthe.....       | 10                        | 6.598             |                              |
|                                               | Morbihan.....     | 4                         | 6.000             |                              |
|                                               | Loire-Inférieure. | 7                         | 11.234            |                              |
| Côtes-du-Nord..                               | 6                 | 6.500                     |                   |                              |
| Ille-et-Vilaine..                             | 6                 | 2.640                     |                   |                              |
| 2 <sup>e</sup><br>167 feux.                   | Orne.....         | 21                        | 20.253            | 179.762                      |
|                                               | Eure.....         | 14                        | 16.400            |                              |
|                                               | Aisne.....        | 3                         | 3.379             |                              |
|                                               | Nord.....         | 28                        | 23.435            |                              |
|                                               | Meuse.....        | 44                        | 54.070            |                              |
|                                               | Ardenne.....      | 57                        | 62.225            |                              |
| 5 <sup>e</sup><br>520 feux.                   | Moselle.....      | 39                        | 55.891            | 532.033                      |
|                                               | Bas-Rhin.....     | 8                         | 8.631             |                              |
|                                               | Meurthe.....      | 2                         | 2.572             |                              |
|                                               | Vosges.....       | 44                        | 55.169            |                              |
|                                               | Haut-Rhin.....    | 19                        | 21.175            |                              |
|                                               | Haute-Saône...    | 39                        | 45.275            |                              |
|                                               | Haute-Marne...    | 104                       | 154.246           |                              |
|                                               | Aube.....         | 5                         | 9.372             |                              |
|                                               | Yonne.....        | 6                         | 2.990             |                              |
|                                               | Côte-d'Or.....    | 62                        | 72.540            |                              |
|                                               | Nièvre.....       | 138                       | 52.534            |                              |
| 4 <sup>e</sup><br>85 feux.                    | Cher.....         | 30                        | 39.031            | 96.287                       |
|                                               | Allier.....       | 15                        | 6.643             |                              |
|                                               | Saône-et-Loire..  | 9                         | 5.964             |                              |
|                                               | Doubs.....        | 35                        | 48.940            |                              |
|                                               | Jura.....         | 39                        | 44.245            |                              |
|                                               | Isère.....        | 11                        | 2.921             |                              |
|                                               | Drôme.....        | aciéries                  | 81                |                              |
| Basses-Alpes...                               | Idem.             | 100                       |                   |                              |

DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE. 417

| INSPECTIONS<br>des<br>MINES.                     | DÉPARTEMENTS.    | Feux<br>d'affi-<br>nerie. | Fer en<br>barres. | TOTAUX<br>par<br>Inspection. |
|--------------------------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|
|                                                  |                  | nombre                    | qx. m.            | qx. m.                       |
| 5 <sup>e</sup><br>132 feux d'affi-<br>nerie..... | Basses-Pyrénées. | 5                         | 200               | 50.468                       |
|                                                  | Landes.....      | 13                        | 12.436            |                              |
|                                                  | Lot-et-Garonne.. | 5                         | 2.550             |                              |
|                                                  | Gironde.....     | 7                         | 2.109             |                              |
|                                                  | Charente.....    | 15                        | 4.750             |                              |
|                                                  | Dordogne.....    | 86                        | 27.573            |                              |
|                                                  | Lot.....         | 1                         | 850               |                              |
| TOTAUX.....                                      | 11057            | 960.710                   |                   |                              |

En soustrayant de ce total le produit susénon-  
cé des mines et minières de la France, ci..... 805.347  
on voit que, dans les usines françaises, il a été  
fabriqué en fer forgé..... 155.363 q.m.  
de plus que n'ont produit les mines et minières de  
la France, pendant l'exercice 1826. (Voy. p. 414 et 441.)

9<sup>o</sup>. Quant à la quantité de fer que l'on a ob-  
tenue des forges catalanes, elle a été telle qu'il  
suit, d'après ces mêmes états :

Fer  
des forges  
catalanes.

Produit en fer des forges catalanes, en 1826.

| INSPECTIONS<br>des<br>MINES.          | DÉPARTEMENTS.                                      | Foyers<br>cata-<br>laus. | Fer en<br>barres. | TOTAUX<br>par<br>Inspection. |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|
|                                       |                                                    | nombre                   | qx. m.            | qx. m.                       |
| 5 <sup>e</sup><br>96 foyers catalans. | Aude.....                                          | 17                       | 18.837            | 85.000                       |
|                                       | Pyrénées-Or...                                     | 20                       | 15.087            |                              |
|                                       | Ariège.....                                        | 47                       | 43.012            |                              |
|                                       | Haute-Garonne.                                     | 1                        | 1.502             |                              |
|                                       | Tarn.....                                          | 1                        | 1.500             |                              |
|                                       | Basses-Pyrénées.                                   | 3                        | 2.592             |                              |
|                                       | Lot-et-Garonne.                                    | 3                        | 1.550             |                              |
|                                       | Dordogne.....                                      | 2                        | 450               |                              |
|                                       | Lot.....                                           | 2                        | 470               |                              |
|                                       | Corse, d'après<br>les années anté-<br>rieures..... | 10                       | .....             |                              |
| TOTAUX.....                           | 106                                                | 93.000                   |                   |                              |

Fonte mou-  
lée de 2.  
fusion.

Outre ces produits, on a fabriqué, dans toute la France, pendant le même exercice 1826, en fonte moulée de seconde fusion, les quantités que voici :

Produit en fonte moulée de 2.<sup>e</sup> fusion, en 1826.

| INSPECTIONS<br>des<br>MINES. | DÉPARTEMENTS.       | Fonte<br>moulée de<br>2. <sup>e</sup> fusion. | TOTAUX<br>par<br>Inspection, |
|------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|
|                              |                     | qx. mét.                                      | qx. mét.                     |
| 1 <sup>re</sup> .            | Seine.....          | 44.172                                        | 44.274                       |
|                              | Corrèze.....        | 102                                           |                              |
| 2 <sup>e</sup> .             | Orne.....           | 2.500                                         | 17.347                       |
|                              | Seine-Inférieure... | 2.259                                         |                              |
|                              | Pas-de-Calais.....  | 6.000                                         |                              |
|                              | Nord.....           | 3.450                                         |                              |
|                              | Meuse.....          | 3.018                                         |                              |
| 3 <sup>e</sup> .             | Ardennes.....       | 120                                           | 40.390                       |
|                              | Moselle.....        | 1.500                                         |                              |
|                              | Vosges.....         | 500                                           |                              |
|                              | Haut-Rhin.....      | 9.100                                         |                              |
|                              | Haute-Saône.....    | 3.060                                         |                              |
|                              | Haute-Marne.....    | 3.300                                         |                              |
|                              | Côte-d'Or.....      | 2.600                                         |                              |
| 4 <sup>e</sup> .             | Nièvre.....         | 15.351                                        | 16.710                       |
|                              | Saône-et-Loire..... | 4.979                                         |                              |
|                              | Loire.....          | 3.500                                         |                              |
|                              | Doubs.....          | 250                                           |                              |
| 5 <sup>e</sup> .             | Rhône.....          | 6.150                                         | 3.400                        |
|                              | Isère.....          | 6.110                                         |                              |
|                              | Vaucluse.....       | 700                                           |                              |
|                              | Haute-Garonne.....  | 3.400                                         |                              |
|                              | TOTAL.....          |                                               | 122.121 q. m.                |

Ce total, d'après ce qui précède, doit être considéré, ainsi que l'excédant du fer au charbon de bois, comme ayant été obtenu par le moyen, soit de fonte importée, soit de fonte prise sur des approvisionnements antérieurs à l'exercice 1826,

ou sur des réserves de vieille fonte, qui ont été vendues extraordinairement.

10<sup>o</sup>. Les totaux d'acier, qu'énonce notre Tableau N<sup>o</sup>. 1, se composent des quantités suivantes, d'après les mêmes états de produits :

En 1826, on a fabriqué,

| Dans les départements de : | qx. mét. | Totaux<br>en q. m. |
|----------------------------|----------|--------------------|
| Haute-Vienne.....          | 540      | 32.568             |
| Moselle.....               | 500      |                    |
| Vosges.....                | 3.750    |                    |
| Haute-Saône.....           | 3.800    |                    |
| Côte-d'Or.....             | 1.000    |                    |
| Nièvre.....                | 5.123    |                    |
| Isère.....                 | 12.700   |                    |
| Drôme.....                 | 600      |                    |
| Ariège.....                | 4.204    |                    |
| Dordogne.....              | 351      |                    |
| Indre-et-Loire.....        | 2.000    | 20.560             |
| Orne.....                  | 205      |                    |
| Haut-Rhin.....             | 900      |                    |
| Côte-d'Or.....             | 300      |                    |
| Loire.....                 | 2.760    |                    |
| Ariège.....                | 7.895    |                    |
| Haute-Garonne.....         | 6.500    |                    |
| Loire.....                 | 1.560    | 1.725              |
| Doubs.....                 | 165      |                    |
| TOTAL.....                 |          | 54.853             |

11<sup>o</sup>. Les prix indiqués par notre tableau sont des prix moyens qui ont été calculés, pour la fin de l'année 1826, d'après les diverses quantités et qualités, ainsi que d'après les divers cours, des marchandises dont il s'agit. Ces prix furent, en général, moindres à la fin qu'au commencement de l'année 1826. Aujourd'hui, vers la fin de l'année 1827, ils ont encore diminué. Par exemple,

Acier.

Prix des  
métaux.

le plomb en saumons, venant de l'étranger, s'était vendu, au commencement de 1827, jusqu'à 58 fr. par quint. métrique, livré dans le port de Rouen, et il est graduellement descendu à 48 fr. à cause d'une abondante importation de plomb venant d'Espagne; mais le prix du plomb venant d'Angleterre s'est maintenu plus élevé, ainsi que le prix du plomb de France.

Le prix des fers de France a éprouvé une baisse considérable, que l'on peut attribuer en grande partie à l'accroissement de production. En ce moment, vers la fin de 1827,

Le fer affiné au charbon de bois, dit *roche*, ou fer de Champagne, première qualité, coûte 50 à 52 fr., rendu à Joinville;

Le fer des Ardennes, 48 à 50 fr., rendu à Sedan;

Le fer de Bourgogne, 48 à 49 fr., rendu à Arcis-sur-Aube, à Tanlay, ou à Châtillon;

Le fer à la houille, 45 à 46 fr., rendu à Paris.

On pourra modifier, d'après ces données récentes, les résultats de nos calculs que nous avons dû établir sur les prix de l'année 1826.

Produits non métalliques. 12°. Outre les produits métalliques, portés sur le tableau précédent, les mines et minières de la France ont fourni, en 1826, des quantités considérables de produits non métalliques, dont plusieurs, et notamment la houille, sont d'une haute importance pour les travaux de la métallurgie; c'est ce qui nous engage à compléter le tableau du produit des mines et minières de la France, par l'indication qui va suivre :

*Produit des mines et minières non métalliques, en 1826.*

Dans les Départemens de :

|                          | 1 <sup>re</sup> . Insp <sup>on</sup> . qx. mét. | Totaux par Inspection. qx. métr. |
|--------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Creuse . . . . .         | 10.655                                          | 434.019                          |
| Corrèze . . . . .        | 10.800                                          |                                  |
| Maine-et-Loire. . . . .  | 114.294                                         |                                  |
| Mayenne . . . . .        | 63.400                                          |                                  |
| Sarthe . . . . .         | 99.800                                          |                                  |
| Loire-Inférieure         | 135.070                                         |                                  |
| 2 <sup>e</sup> .         |                                                 |                                  |
| Calvados . . . . .       | 309.976                                         | 3.764.710                        |
| Pas-de-Calais . . . . .  | 57.247                                          |                                  |
| Nord . . . . .           | 3.397.487                                       |                                  |
| 3 <sup>e</sup> .         |                                                 |                                  |
| Bas-Rhin . . . . .       | 1.726                                           | 1.191.627                        |
| Haut-Rhin . . . . .      | 11.025                                          |                                  |
| Haute-Saône . . . . .    | 365.787                                         |                                  |
| Nievre . . . . .         | 298.079                                         |                                  |
| Allier . . . . .         | 142.779                                         |                                  |
| Saône-et-Loire . . . . . | 372.231                                         |                                  |
| 4 <sup>e</sup> .         |                                                 |                                  |
| Loire . . . . .          | 5.605.000                                       | 6.585.788                        |
| Puy-de-Dôme . . . . .    | 86.500                                          |                                  |
| Cantal . . . . .         | 2.000                                           |                                  |
| Haute-Loire . . . . .    | 284.266                                         |                                  |
| Rhône . . . . .          | 67.487                                          |                                  |
| Isère . . . . .          | 69.092                                          |                                  |
| Hautes-Alpes . . . . .   | 5.000                                           |                                  |
| Basses-Alpes . . . . .   | 10.494                                          |                                  |
| Bouch.-du-Rh. . . . .    | 405.245                                         |                                  |
| Vaucluse . . . . .       | 50.704                                          |                                  |
| 5 <sup>e</sup> .         |                                                 |                                  |
| Gard . . . . .           | 338.754                                         | 782.762                          |
| Ardèche . . . . .        | 66.798                                          |                                  |
| Hérault . . . . .        | 132.866                                         |                                  |
| Aude . . . . .           | 3.079                                           |                                  |
| Tarn . . . . .           | 144.524                                         |                                  |
| Dordogne . . . . .       | 3.310                                           |                                  |
| Aveyron . . . . .        | 93.431                                          |                                  |
| TOTAL . . . . .          | 12.758.906                                      |                                  |

424 SUR LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Si à ce total, de . . . . . 16.761.414 fr.  
on ajoute la valeur des produits métalliques  
qui se trouvent sur le tableau n<sup>o</sup>. 1, pour l'an-  
née 1826, ci. . . . . 79.989.860 fr.

On voit que l'ensemble des mines et mi-  
nières quelconques de la France fournit  
annuellement, en matières premières, une  
valeur totale de. . . . . 96.751.274 fr.

Il ne sera pas inutile d'indiquer ici, d'après les  
états des douanes, les quantités de produits non  
métalliques des mines et minières, qui ont été  
importées en France, pour la consommation inté-  
rieure, ou exportées du royaume, pendant l'an-  
née 1826 ; elles furent telles qu'il suit :

|                                            | Importation.       | Exportation.    |
|--------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Houille. . . . .                           | 5.028.669 qx. mét. | 38.591 qx. mét. |
| Coke. . . . .                              | 11.565             | 295             |
| Lignite. . . . .                           | "                  | "               |
| Sulfate de fer<br>(vitriol vert) . . . . . | 47                 | "               |
| Sulfate d'alumine<br>(alun) . . . . .      | 1.764              | 3.569           |
| Asphalte (bitume). . . . .                 | 11                 | 461             |
| Pétrole . . . . .                          | 23                 | 123             |
| Sel gemme. . . . .                         | 8                  | 22              |

Nous bornant désormais à considérer les pro-  
duits métalliques, voyons quelles quantités de  
métaux tirés des pays étrangers sont annuelle-  
ment ajoutées, pour les besoins de l'industrie  
française, à celles que la France obtient de son  
propre sol ; tel est l'objet du tableau suivant :

pour la consommation du Royaume ;  
années 1819 à 1826

| DROITS D'ENTRÉE,       |                                      | PREMIÈRE ANÉE, | TAUX d'évaluation, des Douanes, en 1826, par qal. mét. | VALEUR du Terme moy. d'exportation annuelle, pour la période. | DROITS DE SORTIE. |
|------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|
| par Navires français.  | par Navires étrangers, et par terre. |                |                                                        |                                                               |                   |
| 1819.                  | 1823                                 | 1826.          | fr.                                                    | fr.                                                           | par q. mét.       |
| qx. mét.               | x. mét.                              | qx. mét.       | fr.                                                    | fr.                                                           | par q. mét.       |
| 5 fr. » c.             | 7 fr. » c.                           | 91             | 45                                                     | 4.095                                                         | 2 fr. c.          |
| 10 " "                 | 11 " "                               | 113            | 69                                                     | 7.797                                                         | " 25              |
| 10 " "                 | 11 " "                               | 311            | 60                                                     | 18.660                                                        | " "               |
| des pays hors d'Europe |                                      |                |                                                        |                                                               |                   |
| 1 " "                  | 4 " "                                | 160            | 200                                                    | 32.000                                                        | " "               |
| des entrepôts          |                                      |                |                                                        |                                                               |                   |
| 2 " "                  |                                      |                |                                                        |                                                               | 2 " "             |
| 40 " "                 | 44 " "                               | 25             | 240                                                    | 6.000                                                         | " "               |
| " 10 " "               | " 10 " "                             | 230            | 40                                                     | 9.200                                                         | " 50              |
| 5 " "                  | 5 50 " "                             | 17             |                                                        | 680                                                           | " "               |
| de l'Inde              |                                      |                |                                                        |                                                               |                   |
| 2 " "                  |                                      | 61             | 230                                                    | 14.030                                                        | 2 " "             |
| d'ailleurs             |                                      |                |                                                        |                                                               |                   |
| 6 " "                  | 8 " "                                | 13             | 460                                                    | 5.980                                                         | " 25              |
| 20 " "                 | 22 " "                               |                |                                                        |                                                               | " "               |
| sulfuré                |                                      |                |                                                        |                                                               |                   |
| 11 " "                 | 12 10 " "                            | 239            | 130                                                    | 31.070                                                        | 1 " "             |
| métallique             |                                      |                |                                                        |                                                               |                   |
| 26 " "                 | 28 60 " "                            |                |                                                        |                                                               | " "               |

1826

| PREMIÈRE ANÉE, | TAUX d'évaluation, des Douanes, en 1826, par qal. mét. | VALEUR du Terme moy. d'exportation annuelle, pour la période. | DROITS DE SORTIE. |
|----------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1826.          | fr.                                                    | fr.                                                           | par q. mét.       |
| qx. mét.       | fr.                                                    | fr.                                                           | par q. mét.       |
| 91             | 45                                                     | 4.095                                                         | 2 fr. c.          |
| 113            | 69                                                     | 7.797                                                         | " 25              |
| 311            | 60                                                     | 18.660                                                        | " "               |
| 160            | 200                                                    | 32.000                                                        | " "               |
| 25             | 240                                                    | 6.000                                                         | " "               |
| 230            | 40                                                     | 9.200                                                         | " 50              |
| 17             |                                                        | 680                                                           | " "               |
| 61             | 230                                                    | 14.030                                                        | 2 " "             |
| 13             | 460                                                    | 5.980                                                         | " 25              |
| 239            | 130                                                    | 31.070                                                        | 1 " "             |

N<sup>o</sup>. 2. TABLEAU INDICATIF des quantités de Métaux bruts, qui furent importées en France, pour la consommation intérieure, ou exportées de l'intérieur du Royaume pendant chacune des huit années 1819 à 1826.

| MÉTAUX BRUTS<br>ou<br>MATIÈRES PREMIÈRES.                            | IMPORTATION.                |         |         |         |                             |         |         |         |                                                 |                    | EXPORTATION.                                                       |                                                                                                |                                                          |                                            |                             |         |         |        |                             |        |         |        |                                                 |                    |                                                                    |                                                                                               |                         |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|---------|---------|--------|-----------------------------|--------|---------|--------|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|                                                                      | PREMIÈRE PÉRIODE.<br>ANNÉES |         |         |         | DEUXIÈME PÉRIODE.<br>ANNÉES |         |         |         | TERME MOYEN<br>D'IMPORTATION<br>pour une année, |                    | TAUX<br>d'évaluation,<br>des Douanes,<br>en 1826,<br>par qal. mét. | VALEUR<br>du Terme moyen<br>d'importation<br>annuelle,<br>pour<br>la 2 <sup>e</sup> . période. | DROITS D'ENTRÉE,                                         |                                            | PREMIÈRE PÉRIODE.<br>ANNÉES |         |         |        | DEUXIÈME PÉRIODE.<br>ANNÉES |        |         |        | TERME MOYEN<br>D'EXPORTATION<br>pour une année, |                    | TAUX<br>d'évaluation,<br>des Douanes,<br>en 1826,<br>par qal. mét. | VALEUR<br>du Terme moy.<br>d'exportation<br>annuelle,<br>pour<br>la 2 <sup>e</sup> . période. | DROITS<br>DE<br>SORTIE. |
|                                                                      | 1819.                       | 1820.   | 1821.   | 1822.   | 1823.                       | 1824.   | 1825.   | 1826.   | de 1819<br>à 1822.                              | de 1823<br>à 1826. |                                                                    |                                                                                                | par<br>Navires<br>français.                              | par Navires<br>étrangers,<br>et par terre. | 1819.                       | 1820.   | 1821.   | 1822.  | 1823.                       | 1824.  | 1825.   | 1826.  | de 1819<br>à 1822.                              | de 1823<br>à 1826. |                                                                    |                                                                                               |                         |
| Plomb en masses ou saumons.....                                      | 49.585                      | 66.833  | 54.629  | 77.416  | 73.969                      | 95.601  | 99.731  | 111.026 | 62.115                                          | 95.081             | 45                                                                 | 4.278.645                                                                                      | 5fr. c.                                                  | 7fr. c.                                    | »                           | 80      | 38      | 181    | 70                          | 75     | 115     | 104    | 74                                              | 91                 | 45                                                                 | 4.095                                                                                         | 2fr. c.                 |
| — oxidé (litharge).....                                              | 1.937                       | 1.429   | 2.260   | 1.786   | 1.848                       | 1.819   | 994     | 1.872   | 1.853                                           | 1.633              | 69                                                                 | 112.677                                                                                        | 10 »                                                     | 11 »                                       | »                           | 45      | 30      | 48     | 100                         | 90     | 163     | 99     | 30                                              | 113                | 69                                                                 | 7.797                                                                                         | » 25                    |
| — sulfuré (alquifoux).....                                           | 7.722                       | 11.438  | 11.466  | 12.299  | 7.849                       | 11.019  | 13.890  | 10.039  | 10.731                                          | 10.699             | 50                                                                 | 534.950                                                                                        | 10 »                                                     | 11 »                                       | »                           | 146     | 308     | 337    | 289                         | 242    | 410     | 305    | 197                                             | 311                | 60                                                                 | 18.660                                                                                        | » 25                    |
| Cuivre coulé en masses brutes....                                    | 21.044                      | 47.494  | 48.574  | 46.408  | 37.411                      | 60.405  | 36.387  | 41.795  | 40.880                                          | 43.999             | 200                                                                | 8.799.800                                                                                      | des pays hors<br>d'Europe<br>1 »<br>des entrepôts<br>2 » | 4 »                                        | »                           | 147     | 186     | 305    | 63                          | 208    | 231     | 140    | 159                                             | 160                | 200                                                                | 32.000                                                                                        | » 25                    |
| — soit en plaques, soit en barres<br>régulières pour le laminage.... | 73                          | 27      | 14      | »       | »                           | »       | »       | 49      | 28                                              | 12                 | 240                                                                | 2.880                                                                                          | 40 »                                                     | 44 »                                       | »                           | »       | »       | »      | 9                           | »      | 93      | »      | 25                                              | 240                | 6.000                                                              | » 25                                                                                          |                         |
| Zinc coulé en masses ou lingots<br>pour la refonte.....              | 4.074                       | 8.543   | 8.065   | 7.769   | 7.632                       | 7.541   | 16.106  | 35.998  | 7.112                                           | 16.819             | 40                                                                 | 672.760                                                                                        | » 10                                                     | » 10                                       | »                           | 27      | 520     | 11     | »                           | 155    | 723     | 43     | 139                                             | 230                | 40                                                                 | 9.200                                                                                         | » 50                    |
| — soit en plaques, soit en barres<br>pour le laminage.....           | »                           | »       | »       | »       | 707                         | 1.691   | 253     | 315     | »                                               | 741                | »                                                                  | 29.640                                                                                         | 5 »                                                      | 5 50                                       | »                           | »       | »       | 38     | 2                           | »      | 30      | »      | 17                                              | »                  | 680                                                                | » 25                                                                                          |                         |
| Étain brut.....                                                      | 4.955                       | 7.101   | 6.318   | 7.841   | 8.075                       | 9.328   | 8.189   | 14.563  | 6.553                                           | 10.038             | 175                                                                | 1.756.650                                                                                      | de l'Inde<br>2 »<br>d'ailleurs<br>6 »                    | 8 »                                        | »                           | 34      | 89      | 29     | 79                          | 45     | 83      | 39     | 38                                              | 61                 | 230                                                                | 14.030                                                                                        | » 25                    |
| Mercure coulant, ou vif-argent...                                    | 539                         | 254     | 159     | 498     | 745                         | 179     | 723     | 812     | 362                                             | 614                | 460                                                                | 282.440                                                                                        | 20 »                                                     | 22 »                                       | »                           | 4       | 2       | 2      | 8                           | 19     | 19      | 8      | 2                                               | 13                 | 460                                                                | 5.980                                                                                         | » 25                    |
| Antimoine, tant sulfuré que mé-<br>tallique.....                     | »                           | 9       | 123     | 42      | 27                          | 20      | 248     | 148     | 43                                              | 110                | 130                                                                | 14.300                                                                                         | sulfuré<br>11 »<br>métallique<br>26 »                    | 12 10                                      | »                           | 147     | 85      | 141    | 84                          | 405    | 275     | 195    | 93                                              | 239                | 130                                                                | 31.070                                                                                        | 1 »                     |
| Bismuth.....                                                         | »                           | 40      | 10      | 14      | 14                          | 6       | 13      | »       | 16                                              | 9                  | 300                                                                | 2.700                                                                                          | comme étain                                              | comme étain                                | »                           | »       | 2       | 1      | »                           | »      | »       | »      | 1                                               | »                  | »                                                                  | »                                                                                             | »                       |
| Arsenic métallique.....                                              | »                           | 104     | 25      | 32      | 78                          | 78      | 20      | 80      | 40                                              | 64                 | 150                                                                | 9.600                                                                                          | 17 »                                                     | 18 70                                      | »                           | 1       | 2       | 1      | 2                           | »      | »       | 1      | 1                                               | 150                | 150                                                                | »                                                                                             |                         |
| Manganèse oxidé.....                                                 | 3.128                       | 7.972   | 7.560   | 3.599   | 4.745                       | 4.689   | 7.434   | 3.473   | 5.564                                           | 5.085              | 28                                                                 | 142.380                                                                                        | 1 »                                                      | 1 10                                       | »                           | 398     | 550     | 956    | 283                         | 635    | 805     | 553    | 476                                             | 569                | 20                                                                 | 11.380                                                                                        | » 25                    |
| Cobalt (minerai de).....                                             | »                           | »       | »       | »       | »                           | »       | »       | 17      | »                                               | 4                  | 12                                                                 | 48                                                                                             | 5 »                                                      | 5 50                                       | »                           | »       | »       | 15     | 9                           | 12     | »       | »      | 3                                               | 5                  | 12                                                                 | 60                                                                                            | » 25                    |
| — métal.....                                                         | »                           | 6       | 30      | 23      | 3                           | 2       | »       | 2       | 14                                              | 1                  | 30                                                                 | 30                                                                                             | 17 »                                                     | 18 70                                      | »                           | »       | »       | »      | »                           | »      | »       | »      | »                                               | »                  | »                                                                  | »                                                                                             | »                       |
| — grillé (safre).....                                                | »                           | 42      | 23      | 48      | 17                          | 16      | 26      | 17      | 28                                              | 19                 | 450                                                                | 8.550                                                                                          | 5 »                                                      | 5 50                                       | »                           | »       | »       | »      | »                           | »      | »       | »      | »                                               | »                  | »                                                                  | »                                                                                             | »                       |
| — vitrifié (azur).....                                               | 1.354                       | 1.675   | 1.790   | 152     | 912                         | 1.863   | 1.639   | 1.523   | 1.242                                           | 1.484              | 170                                                                | 252.280                                                                                        | 30 »                                                     | 33 »                                       | »                           | 246     | 2       | 4      | 11                          | 7      | 14      | 12     | 63                                              | 11                 | 170                                                                | 1.870                                                                                         | » 25                    |
| Fonte en gueuse, pour moulage...                                     | 26.920                      | 54.495  | 76.711  | 82.622  | 78.278                      | 73.804  | 74.265  | 113.538 | 60.187                                          | 84.971             | 15                                                                 | 1.274.565                                                                                      | 9 »                                                      | 9 90                                       | 1.107                       | 4.721   | 4.045   | 6.297  | 3.463                       | 3.998  | 4.229   | 3.362  | 4.042                                           | 3.763              | 21                                                                 | 79.023                                                                                        | » 25                    |
| Fer en barres.....                                                   | 20.064                      | 88.911  | 138.437 | 50.691  | 45.216                      | 58.134  | 60.707  | 95.845  | 74.525                                          | 64.975             | 30                                                                 | 1.949.250                                                                                      | au charbon de<br>bois<br>15 »<br>à la houille<br>25 »    | 16 50                                      | 6.928                       | 7.657   | 6.701   | 7.296  | 6.158                       | 6.294  | 5.302   | 2.000  | 7.145                                           | 4.938              | 25                                                                 | 123.450                                                                                       | » 25                    |
| Acier en barres, soit naturel, soit<br>cémenté.....                  | 5.459                       | 5.911   | 5.572   | 5.308   | 6.036                       | 7.081   | 5.510   | 6.160   | 5.562                                           | 6.196              | 110                                                                | 681.560                                                                                        | 60 »                                                     | 65 50                                      | »                           | 152     | 157     | 130    | 19                          | 86     | 119     | 263    | 109                                             | 121                | 140                                                                | 16.940                                                                                        | » 25                    |
| — fondu en lingots.....                                              | 1.368                       | 754     | 1.120   | 855     | 742                         | 864     | 997     | 996     | 1.024                                           | 899                | 200                                                                | 179.800                                                                                        | 120 »                                                    | 128 50                                     | »                           | 9       | 1       | 4      | »                           | »      | 9       | 10     | 3                                               | 4                  | 200                                                                | 800                                                                                           | » 25                    |
| Or brut en masses, en lingots, et<br>brisé.....                      | 2.234                       | 1.108   | 1.302   | 3.644   | 1.801                       | 4.758   | 4.566   | 6.612   | 2.072                                           | 4.434              | 3.091                                                              | 13.705.494                                                                                     | 2 50                                                     | 250 »                                      | 123                         | 755     | 4.468   | 3.813  | 16.480                      | 16.141 | 22.458  | 24.216 | 2.289                                           | 19.823             | 3.091                                                              | 61.272.893                                                                                    | » 50                    |
| — monnoyé.....                                                       | 9.479                       | 11.237  | 6.089   | 10.367  | 22.485                      | 28.270  | 25.832  | 14.361  | 9.293                                           | 22.737             | »                                                                  | 70.280.667                                                                                     | » 10                                                     | 10 »                                       | 4.649                       | 28.179  | 40.685  | 8.721  | 14.000                      | 4.976  | 12.910  | 27.420 | 20.558                                          | 14.826             | »                                                                  | 45.827.166                                                                                    | » 10                    |
| Argent brut en masses, en lingots,<br>et brisé.....                  | 2.646                       | 12.671  | 146.217 | 345.369 | 170.242                     | 237.743 | 157.307 | 122.462 | 126.725                                         | 171.938            | 197                                                                | 33.871.786                                                                                     | » 05                                                     | 5 »                                        | 9.747                       | 4.203   | 4.394   | 1.067  | 2.105                       | 497    | 6.911   | 11.363 | 4.852                                           | 5.219              | 197                                                                | 1.028.143                                                                                     | » 5                     |
| — monnoyé.....                                                       | 258.352                     | 356.818 | 478.925 | 378.748 | 466.719                     | 484.042 | 627.950 | 419.100 | 368.210                                         | 499.452            | »                                                                  | 98.392.044                                                                                     | » 01                                                     | 1 »                                        | 374.675                     | 260.812 | 159.966 | 88.894 | 60.309                      | 90.446 | 119.880 | 63.808 | 221.086                                         | 83.610             | »                                                                  | 16.471.170                                                                                    | » 01                    |
| Platine.....                                                         | »                           | »       | »       | 37      | 76                          | 21      | 134     | 302     | 9                                               | 133                | 3.000                                                              | 399.000                                                                                        | 2 50                                                     | 250 »                                      | »                           | »       | »       | 61     | »                           | 16     | »       | »      | 15                                              | 4                  | »                                                                  | 12.000                                                                                        | » 50                    |

\* Total de valeur des métaux bruts, importés, non compris Or, Argent et Platine..... 20.985.505 fr. de l'Or, de l'Argent, et du Platine, importés..... 216.648.391 } 237.633.896 Voy. Lois et Ordonnances sur les Douanes.

\*\* Total de valeur des métaux bruts, exportés, non compris Or, Argent, et Platine..... 363.185 fr. de l'Or, de l'Argent et du Platine, exportés..... 124.611.372 } 124.974.557 V. Lois et Ordonn.

*Consommation des métaux, en France.*

D'après les tableaux qui précèdent, l'industrie manufacturière qui s'applique au travail des métaux nous paraît pouvoir être comparée avec elle-même, pour les deux époques indiquées, de 1822 et de 1826, ainsi que nous allons l'exposer :

En 1822, la quantité de plomb brut provenant des mines de la France (*voyez page 409*), était..... 4.790 q<sup>r</sup>. m.

Plomb.

La quantité de plomb brut importée, déduction faite de l'exportation, était, d'après le terme moyen de quatre années. .... 62.041

TOTAL de plomb neuf. .... 66.831 q<sup>r</sup>. m.

A ce total de plomb neuf, il convient d'ajouter 10 pour 100 de la même quantité, afin de représenter le vieux plomb qui est employé par la refonte, d'après les faits recueillis dans plusieurs grands ateliers, ci.. 6.683

Total de plomb brut employé par l'industrie manufacturière, en 1822..... 73.514 q<sup>r</sup>. m.

Dans ce calcul ne sont pas comprises les quantités de litharge et d'alquifoux, qui ont été importées : nous les considérons comme employées en cet état, par compensation de ce qu'il a été supposé que toute la litharge provenant des mines de la France était réduite en plomb.

En 1826, les mines de la France ont produit en plomb neuf. .... 6.453 q<sup>r</sup>. m.

On a de plus importé, déduction faite des quantités exportées, d'après le terme moyen de quatre années..... 94 990

TOTAL de plomb neuf. .... 101.443 q<sup>r</sup>. m.

Il faut ajouter le dixième de ce total, pour vieux plomb à refondre, ci. .... 10.144

Total de plomb brut employé par l'industrie manufacturière, en 1826. .... 111.587 q<sup>r</sup>. m.

TABLEAU INDICATEUR des quantités pendant chacune des années

| Année | Quantité | Quantité | Quantité | Quantité |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1822  | 4.790    | 62.041   | 66.831   | 73.514   |
| 1826  | 6.453    | 94.990   | 101.443  | 111.587  |

Ainsi, depuis l'Exposition de l'année 1823, jusqu'à celle de l'année 1827, la quantité de plomb brut qui a été employée en France, par l'industrie manufacturière, s'est accrue de 38.073 quintaux métriques. Ce fait nous montre que l'activité des manufactures dans lesquelles on fabrique des ouvrages en plomb, tels que tables ou feuilles, et tuyaux, a éprouvé un accroissement considérable. On peut reconnaître une des principales causes de cet accroissement dans les nombreuses constructions d'édifices, qui ont eu lieu depuis quelques années, et dans le fréquent emploi du plomb pour la fabrication des produits chimiques, du cristal ou verre de plomb), de la céruse (ou du carbonate, dit blanc de plomb), et pour les conduits de l'éclairage par le gaz hydrogène.

Cuivre.

Le travail du cuivre nous présente les faits que voici :

En 1822, les mines de la France produisirent en cuivre noir, 1.478 q<sup>r</sup>. mét., quantité qui représente 1.256 quintaux métriques de cuivre-rosette (*voyez note 2<sup>e</sup>.*, p. 410); mais nous considérons ici le cuivre noir, et non pas le cuivre-rosette, parce que, dans les quantités de ce métal qui sont importées en France, il se trouve beaucoup de cuivre qui est plus impur que le cuivre noir de France; tels sont notamment les cuivres du Pérou, et sur-tout les cuivres de Tokat, dans l'Asie-Mineure.

Ainsi, en 1822, le produit en cuivre des mines de France fut. . . . . 1.478 q<sup>r</sup>. mét.

Pendant la même année 1822, on importa, déduction faite des quantités exportées, d'après le terme moyen de quatre années :

|                                                                        |        |          |
|------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| Cuivre en masses brutes ou gâteaux. . . . .                            | 40.721 | } 40.749 |
| Cuivre en plaques ou barres régulières, destinées au laminage. . . . . | 28     |          |

TOTAL de cuivre neuf. . . . . 42.227 q<sup>r</sup>. mét.

*Ci-contre.* . . . 42.227 q<sup>r</sup>. mét.

A ce total il convient d'ajouter 20 pour 100 de la même quantité, pour le vieux cuivre qui est employé par la refonte, d'après ce qui a lieu dans plusieurs grands ateliers, ci. . . . . 8.444

Il en résulte que le total de cuivre brut, qui fut employé par l'industrie manufacturière, en 1822, est de. . . . . 50.671 q<sup>r</sup>. mét.

En 1826, le produit des mines de la France, en cuivre brut, fut de. . . . . 1.640 q<sup>r</sup>. mét.

L'importation de cuivre, tant en masses brutes qu'en plaques ou barres régulières, déduction faite des quantités exportées, comme ci-dessus, fut de. . . . . 43.826

TOTAL de cuivre neuf. . . . . 45.466 q<sup>r</sup>. mét.

A quoi il faut ajouter 20 pour 100 de la même quantité, pour le vieux cuivre employé par la refonte, ci. . . . . 9.092

D'où l'on voit que le total de cuivre brut qui fut employé par l'industrie manufacturière, en 1826, fut de. . . . . 54.558 q<sup>r</sup>. mét.

Ainsi, l'accroissement d'emploi du cuivre brut est de 3.887 quintaux métriques, depuis l'Exposition de 1823. On peut en conclure que l'activité des manufactures où l'on opère sur le cuivre brut s'est accrue dans le même rapport. Les états des douanes, pour l'année 1826, font voir que, depuis l'année 1822, l'exportation de cuivre laminé est plus que quadruple de ce qu'elle était alors. (*Voy. Tab. N<sup>o</sup>. 4, p. 478.*) La bonne qualité des produits français de ce genre est constatée, non-seulement en France, mais encore dans les pays étrangers.

Le zinc, ce métal que l'on regardait, il y a Zine.



vingt ans, comme imparfait ou non malléable, est aujourd'hui fort employé dans plusieurs arts. Jusqu'à présent c'est des pays étrangers, que les fabriques françaises tirent cette matière première, quoique, dans plusieurs départemens, par exemple dans le Finistère et dans l'Isère, on se propose de mettre à profit, pour cet objet, les dépôts naturels de zinc sulfuré, ou *blende*, qui s'y trouvent en abondance.

En 1822, d'après le terme moyen de quatre années, l'importation du zinc, tant en masses ou lingots pour la refonte, qu'en plaques ou barres pour le laminage, déduction faite des quantités exportées, était de.. 6.973 qx. mét.

En 1826, cette importation annuelle, considérée de la même manière, est de.. 17.313

Ainsi, depuis l'exposition de 1823, la quantité moyenne de zinc brut, qui est employée annuellement par l'industrie française, s'est accrue de 10.340 quintaux métriques. Pour juger des progrès que l'on a faits en France dans la fabrication du zinc laminé, il suffit de se rappeler qu'aujourd'hui plusieurs édifices publics sont couverts en zinc, à Saint-Lô, à Cherbourg, à Bourbon-Vendée, à Rouen et ailleurs. Outre que l'emploi du zinc laminé est devenu fréquent en France, le zinc brut à l'état métallique a remplacé, dans les fabriques de laiton, le zinc oxidé calamine, ce qui rend plus sûre et plus économique la composition de l'alliage connu sous le nom de laiton ou cuivre jaune. Aussi, voit-on, par les états des douanes, pour l'année 1826, que, depuis l'Exposition de 1823, l'importation annuelle du zinc oxidé calamine, qui était alors de 2.492 quintaux métriques, a diminué de 1.722 quintaux métriques.

On pourra remarquer sur le tableau qui précède, que si l'on comparait directement l'année 1822 avec l'année 1826, sans prendre le terme moyen des deux périodes de quatre années, comme il nous a paru plus convenable de le faire, l'accroissement d'emploi du zinc brut, dans les ateliers français, serait une quantité de 28.456 quintaux métriques, au lieu du nombre 10.340 qu'il nous paraît plus sûr d'admettre. Ici, nous n'ajoutons rien pour le métal vieux à refondre, parce que, dans les fabriques de ce genre, vu l'emploi récent du zinc, on refond tout au plus, en rognures de ce métal, 1 pour 100 de la quantité de zinc neuf, qui est employée annuellement.

Les quantités considérables de laiton et de bronze, qui sont annuellement fabriquées en France, proviennent, en grande partie, des quantités de cuivre indiquées ci-dessus. Les ateliers français ne tirent des pays étrangers, à l'état de métal brut, qu'environ 200 quint. mét., par année, de cet alliage de cuivre et de zinc, auquel on a donné le nom de cuivre jauné ou de laiton, et 1.000 quint. mét. de cet alliage de cuivre et d'étain, que l'on appelle bronze. C'est ce que font voir les états susmentionnés des douanes. L'emploi du laiton et du bronze étrangers, dans les ateliers français, est à-peu-près resté le même en 1826, qu'il était en 1822. D'après les données recueillies sur un grand nombre d'établissements, on sait qu'en France il se fabrique annuellement 111.000 quint. mét. de laiton brut (*Annales des Mines de 1818*, p. 380). Ainsi, la quantité de laiton brut qui provient des pays étrangers (environ 200 quint. métr. par année) n'est que la cinquante-cinquième partie de la quantité qui se fabrique en France.

Laiton et  
Bronze.

Quant au bronze, le principal emploi de cet alliage métallique a lieu dans les trois fonderies royales de bouches à feu, qui sont en activité dans les villes de Douai, Strasbourg et Toulouse. Des renseignemens fournis par l'Administration de la guerre font voir que, dans ces trois fonderies, d'après le terme moyen des quatre années 1823 à 1826, on emploie annuellement les quantités suivantes de métal :

|                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Vieux bronze, provenant :             |                             |
| — de bouches à feu . . . . .          | 2.572 q <sup>r</sup> . mét. |
| — de débris, jets, masselottes, etc.. | 3.514                       |
| Cuivre neuf . . . . .                 | 633                         |
| Étain neuf . . . . .                  | 110                         |

TOTAL de bronze employé . . . . . 6.829 q<sup>r</sup>. mét.

Dans les ateliers de la Marine, situés à Rochefort et à Toulon, on emploie annuellement pour la fabrication des pierriers, des espingoles, et de quelques autres objets, en bronze tant vieux que neuf, d'après des renseignemens fournis par cette Administration. . . . . 1.000

Dans la seule ville de Paris, 1.500 quintaux de cuivre tirés d'Allemagne ou de Suède sont employés, par année moyenne, pour la fabrication d'environ 1.800 quintaux métriques d'ouvrages en bronze, tels que pendules, candélabres, lustres, feux, galeries, petites statues, vases, curiosités et ornemens de toute espèce, non compris les cloches et timbres, ci. . . . . 1.800

(Voyez *Recherches statistiques sur la ville de Paris*, 1823, Tabl. N<sup>o</sup>. 87.)

Quant aux autres ateliers qui emploient le bronze, tant à Paris que dans le reste de la France, soit pour la fonte des cloches

*A reporter.* . . . 9.629 q<sup>r</sup>. mét.

*Ci-contre.* . . . 9.629 q<sup>r</sup>. mét.  
 ou timbres, soit pour la fabrication des pièces de machines et de divers autres objets, on estime que la consommation de cette matière n'y excède pas les deux tiers de ce qui est employé dans la seule ville de Paris pour les ouvrages d'ornement susmentionnés, ci. . . . . 1.200

TOTAL . . . . . 10.829 q<sup>r</sup>. mét.

Ainsi, l'on est porté à croire que la quantité de bronze qui est annuellement employée en France s'élève à 10.829 quintaux métriques. Sur cette quantité, il n'y a qu'environ la onzième partie, c'est-à-dire 1.000 quintaux métriques, qui provienne des pays étrangers; le surplus est un produit de l'industrie française.

Un fait digne de remarque prouve combien, dans ce genre d'industrie, la valeur de la matière première est augmentée par la main-d'œuvre: dans la seule ville de Paris, la vente moyenne de 1.800 quintaux métriques d'objets fabriqués en bronze, dont une partie est dorée ou argentée, s'élève annuellement à une somme de 5.250.000 fr., tandis que la valeur ordinaire de 1.800 quint. mét. de bronze brut ne serait que de 540.000 fr. (*Voyez Recherches statistiques sur la ville de Paris*, 1823, Tableau N<sup>o</sup>. 87.)

Les recherches de minerais d'étain que l'on a entreprises, en France, dans les départemens de la Haute-Vienne et de la Loire-Inférieure, n'ont encore procuré que de faibles produits. C'est le commerce avec l'Inde, l'Angleterre et l'Allemagne, qui fournit ce métal aux fabriques françaises.

Étain.

Le tableau qui précède fait voir que, depuis l'Exposition de 1823, la quantité d'étain neuf qui est annuellement employée en France s'est accrue de 3.462 quintaux métriques, d'après le terme moyen que nous adoptons. A cette quantité il convient d'ajouter au moins 10 pour 100, afin de représenter l'étain vieux qui est employé par la refonte. Ainsi, en 1826, l'industrie manufacturière a consommé en France 3.808 quintaux métriques d'étain, de plus qu'elle n'en consommait en 1822. On trouve une des principales causes de cet accroissement dans l'activité plus grande de ces fabriques de fer-blanc, des manufactures de glaces, ou de faïence, des ateliers d'étamage, ou de teinture, et des fabriques, soit de bronze, soit d'ouvrages en étain, tels que vases ou comptoirs pour les marchands de vin, et ustensiles de ménage.

Mercure.

C'est des pays étrangers, que provient la quantité de mercure qui est employée en France, tant pour l'étamage des glaces, que pour l'amalgamation de l'or et de l'argent, pour la fabrication des instrumens de physique, pour les appareils de chimie, pour les préparations de la pharmacie, ainsi que pour divers autres besoins des arts.

D'après le tableau qui précède, on voit que, depuis l'année 1822, la consommation de mercure s'est accrue, en France, de 241 quintaux métriques par année moyenne. Une des causes de cet accroissement consiste dans l'affinage des matières d'or, d'argent et de cuivre. C'est une nouvelle branche d'industrie pour le département de la Seine, où elle ne prit naissance qu'en 1820. On consomme annuellement à Paris, pour cet

objet, 30 quint. mét. de mercure, avec 2650 quint. mét. d'acide sulfurique, et 35 quint. mét. de nitrate de potasse. On y affine, par année moyenne, 360 quint. mét. d'or, 1.500 quint. mét. d'argent, et 500 quint. mét. de cuivre.

De l'emploi de ces diverses matières, il résulte les produits ci-après :

|                                               |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| Or fin, 306 quint. mét. 64 kil., valant,      |                 |
| au prix de 3.424 fr. 44 c. le kil. ....       | 105.313.668 fr. |
| Argent fin, 1.161 quint. mét. 50 kil.,        |                 |
| valant, au prix de 218 fr. 89 c. le kil. .... | 25.424.073      |
| Sulfate de cuivre, 1.570 quint. mét., va-     |                 |
| lant, au prix de 90 c. le kil. ....           | 141.300         |
| Acide noir, que l'on ramène à l'état          |                 |
| d'acide sulfurique par la concentration,      |                 |
| 1.300 quint. mét. valant, au prix de 17 c.    |                 |
| le kil. ....                                  | 22.100          |
| <hr/>                                         |                 |
| VALEUR totale . . . . .                       | 130.901.141 fr. |

(Voy. Recherches statistiques sur la ville de Paris, 1826, Tableau No. 125.)

D'un autre côté, les états des douanes font voir que l'importation du mercure sulfuré, ou vermillon, qui, en 1822, était de 85 quintaux métriques, a diminué en France de 54 quint. métr., depuis l'Exposition de 1823, où l'on remarquait du vermillon français de la plus belle qualité. (Voyez Rapport sur les produits métallurgiques exposés en 1825, Annales des Mines, Paris, 1823.)

On sait que, pour la fabrication des caractères d'imprimerie, l'antimoine est allié avec le plomb dans la proportion de 20 pour 100, et que divers oxides d'antimoine sont employés, soit dans la pharmacie, soit dans la peinture sur porcelaine.

D'après le Tableau N<sup>o</sup>. 1 et l'annotation 3<sup>o</sup>. qui l'accompagne, les mines de la France en 1826 ont produit, de moins qu'en 1822, environ 48 quintaux métriques d'antimoine, considéré à l'état métallique. Mais dans le tableau N<sup>o</sup>. 2, ainsi que dans les états des douanes dont il offre l'extrait, l'antimoine métallique se trouve confondu avec l'antimoine cru; il convient cependant, pour notre objet, d'établir une distinction entre ces matières. Voici comment nous y parvenons: le prix de l'antimoine cru est communément de 70 fr. par quintal métrique, le prix moyen de l'antimoine-régule étant de 220 fr. Or, dans les états des douanes, le taux d'évaluation des deux sortes considérées ensemble est porté à 130 francs par quintal métrique; on peut en induire que, dans les quantités d'antimoine qui sont énoncées par les états des douanes, les 0,6 du total sont de l'antimoine cru, et les 0,4 sont de l'antimoine métallique.

Ainsi, l'on peut admettre que le terme moyen d'importation des deux sortes d'antimoine, d'après deux périodes, chacune de quatre années, fut,

|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| En 1822, pour l'antimoine cru. . . . | 26 q <sup>x</sup> . mét. |
| pour l'antimoine métallique          | 17,                      |
| En 1826, pour l'antimoine cru. . . . | 66                       |
| pour l'antimoine métallique          | 44,                      |

Et que le terme moyen d'exportation fut,

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| En 1822, pour l'antimoine cru. . . . . | 56  |
| pour l'antimoine métallique.           | 37, |
| En 1826, pour l'antimoine cru. . . . . | 143 |
| pour l'antimoine métallique.           | 86. |

Il en résulte que, dans chacune des deux périodes de quatre années, l'exportation des deux sortes d'antimoine a été plus forte que l'importation, et que, dans la seconde période, la différence à l'avantage de l'exportation a été plus forte que dans la première.

Si l'on réduit, par le calcul, l'antimoine cru, ou le sulfure fondu, en antimoine métallique ou régule, à raison de 0,45, on trouve que l'excès de l'exportation sur l'importation fut représenté,

|                                          |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|
| En 1822, par 33,5 <sup>quint. mét.</sup> | d'antimoine métallique, |
| En 1826, par 76,55.                      |                         |

Si des quantités produites par les mines de France (*voyez ci-dessus*, p. 411), on retranche, pour 1822 et 1826, les excès correspondans de l'exportation sur l'importation, on trouve que la quantité d'antimoine métallique, employée par l'industrie française, fut,

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| En 1822, de. . . . . | 426,85 <sup>quint. mét.</sup> |
| 1826. . . . .        | 336,10;                       |

Différence en moins. . . . . 90,75.

Ainsi, depuis l'année 1823, la quantité de ce métal, qui est annuellement consommée dans les ateliers français, paraît avoir diminué de 90 q<sup>x</sup>. m.  $\frac{3}{4}$ .

Le bismuth, métal que l'on allie, tantôt avec l'étain, tantôt avec l'or, et dont les oxides sont employés, soit dans la fabrication des émaux et du verre, soit dans la préparation du fard, soit dans la dorure sur porcelaine, se trouve en France,

Bismuth.

dans les mines de plomb du Finistère et ailleurs, par exemple dans les Pyrénées; mais on ne l'y exploite pas, et la quantité peu considérable de bismuth qui est employée par l'industrie française provient en général des pays étrangers. D'après notre Tableau N<sup>o</sup>. 2, il paraît que, depuis l'année 1822, la consommation annuelle du bismuth a diminué de 6 q<sup>x</sup>. m. pour toute la France. Cependant, on sait que ce métal entre dans la composition des alliages fusibles avec lesquels on fabrique, depuis quelque temps, des rondelles de sûreté pour les machines à vapeur; mais ce nouveau genre d'industrie n'emploie, jusqu'à présent, à Paris, que 1, q<sup>m</sup>. 2 de bismuth par année.

Arsenic.

L'arsenic, dont le nom rappelle trop souvent des crimes, est mis à profit dans l'art de la verrerie, et dans la composition des couleurs dites orpiment et réalgar (arsenic sulfuré, jaune ou rouge). Nous avons déjà indiqué (Tableau N<sup>o</sup>. 1) le faible produit des mines de la France en arsenic. C'est en général des pays étrangers, que l'industrie française tire cette matière. D'après les tableaux qui précèdent, en 1826 on employa, de plus qu'en 1822, une quantité de 74 quintaux métriques d'arsenic à l'état de métal. Dans ce nombre ne sont pas compris les sulfures jaunes ou rouges que la France tire de l'Allemagne, et le sulfure jaune-doré dont la plus belle qualité vient de la Chine et de la Perse. L'importation de ces diverses matières, pour la consommation intérieure du royaume, fut, en 1826, de 127 quintaux métriques, et l'exportation, seulement de 11. (Voyez le Tableau ci-après, N<sup>o</sup>. 4.)

Le manganèse oxidé, dont on fait usage soit dans l'art de la verrerie, tantôt pour blanchir le verre, tantôt pour le colorer en violet, soit dans les arts chimiques pour la préparation du chlore, ou des chlorures, et pour le blanchiment des toiles, est exploité en France avec plus d'activité qu'il ne l'était en 1822. Nos Tableaux, N<sup>os</sup>. 1 et 2, font voir que, depuis cette époque, la consommation du manganèse s'est accrue de 5.178 quintaux métriques dans les ateliers français, et que par conséquent elle est presque doublée. On reconnaît la cause de cette différence dans l'activité croissante des fabriques.

Manganèse.

Le cobalt, que l'on emploie, soit à l'état de minerai, ou d'oxide nommé *safre*, dans l'art de la verrerie et dans la peinture sur porcelaine, pour colorer en bleu, soit à l'état de cobalt vitrifié en poudre, connu sous le nom d'*azur*, dans l'apprêt des toiles, se trouve en plusieurs contrées de la France, notamment à Sainte-Marie (Haut-Rhin), à Allemont (Isère) et dans la vallée de Luchon, au milieu des Pyrénées; mais ce genre d'exploitation n'y est pas en activité. C'est des pays étrangers, que l'industrie française tire la quantité de cobalt qui lui est nécessaire.

Cobalt.

L'importation du cobalt en France comprend quatre sortes, d'après les états des douanes :

1<sup>o</sup>. Le minerai brut, dont le plus estimé vient de Tunaberg, en Suède (cobalt gris, éclatant);

2<sup>o</sup>. Le *cobalt-métal*, dont la dénomination indique, à ce qu'il paraît, tantôt un minerai de cobalt d'un aspect métallique, tantôt l'arsenic écailleux que l'on appelle cobalt dans le commerce, tantôt enfin, un certain alliage ou préci-

pité de cobalt et d'autres métaux, qui provient des fabriques où l'on prépare le verre bleu, et que l'on nomme en allemand *Kobolt-speise*;

3°. Le minerai grillé, ou l'oxide de cobalt, mêlé avec du sable pur, matière nommée *safré*;

4°. Le cobalt vitrifié en poudre bleue, dit *azur*.

D'après notre Tableau N°. 2, ce dernier objet d'importation est le plus considérable. On y voit que la quantité de cobalt vitrifié, qui est employée par l'industrie française, a été, en 1826, plus forte de 294 quintaux métriques qu'elle ne l'était en 1822, suivant le terme moyen de quatre années. Cet accroissement prouve l'activité des ateliers français qui font usage du cobalt vitrifié, dit azur, dans l'apprêt des toiles et dans les arts qui s'y rapportent.

Le fer est de tous les métaux celui sur lequel l'industrie française s'exerce avec le plus d'ardeur. Pour mesurer l'importance de la fabrication du fer en France, sans risquer de faire aucun double emploi dans nos calculs, nous considérons séparément les trois objets que voici :

1°. La quantité de fonte brute de fer, qui est convertie en fonte moulée;

2°. Le fer en barres provenant de la quantité de fonte qui n'est destinée ni au moulage, ni à la fabrication de l'acier, et le fer obtenu directement des minerais dans les forges catalanes;

3°. La quantité d'acier brut, soit naturel, soit cimenté, soit fondu, qui provient de fonte brute ou de fer, non compris dans le calcul des deux autres produits susénoncés (1°. et 2°.).

D'après les tableaux qui précèdent, on peut admettre qu'aux deux époques de 1822 et de

1826, que nous comparons entre elles, la quantité de fonte brute de fer, que l'on employa en France pour la fabrication d'ouvrages en fonte moulée, fut telle qu'il suit :

En 1822, d'après le terme moyen de quatre années, les usines à fer de la France consommèrent les quantités ci-après de fonte brute,

1°. Pour produire de la fonte moulée immédiatement, c'est-à-dire, par première fusion, au sortir des hauts-fourneaux, environ. . . . . 150.000 q<sup>r</sup>. mét.

2°. Pour produire de la fonte moulée de seconde fusion, une quantité de. . . . . 56.145  
qui est le terme moyen d'importation de quatre années, d'après notre Tableau N°. 2.

TOTAL. . . . . 206.145 q<sup>r</sup>. mét.

(Voyez *Annales des Mines*, de 1820, pag. 50.)

3°. A ce total il convient d'ajouter un dixième de la même quantité, afin de représenter l'emploi de la vieille fonte à refondre, ci. . . . . 20.614

TOTAL de fonte brute employée en 1822 pour fabrication d'ouvrages en fonte moulée. . . . . 226.759

En 1826, les quantités obtenues de fonte moulée furent, ainsi que nous l'avons déjà vu :

Pour la fonte moulée de première fusion. . . . . 256.065

Pour la fonte moulée de seconde fusion 122.121

TOTAL de fonte moulée. . . . . 378.186 q<sup>r</sup>. mét.

De ces deux quantités, la première est un pro-

duit des mines et minières de la France. (*Voy. p. 408.*) Quant à la seconde, on peut admettre qu'elle résulte de ce que l'on a employé, pour obtenir de la fonte moulée de seconde fusion, les quantités de matières ci-après :

1°. Toute la fonte importée en 1826, déduction faite de l'exportation (*voy. Tableau N°. 2*), ci. . . . . 110.000 q<sup>r</sup>. mét.

2°. Une certaine quantité de vieille fonte, ou de fonte prise sur des approvisionnemens antérieurs à 1826, ci. . . . . 25.000

TOTAL de fonte brute employée pour la fonte moulée de seconde fusion. . . . . 135.000 q<sup>r</sup>. mét. qui, à raison d'un déchet de 10 pour 100, produisent la quantité susénoncée de fonte moulée de 2<sup>e</sup>. fusion (122.121 q. m.).

En ajoutant au total ci-dessus celui de la fonte moulée de première fusion, ci. . . . . 256.065

On voit que la quantité de fonte brute employée en 1826, pour la fabrication d'ouvrages en fonte moulée, fut de. . . . . 391.065 q<sup>r</sup>. mét.

— Ainsi, depuis l'année 1822, cette consommation de fonte s'est accrue de 164.306 quintaux métriques. Les seules fonderies du département de la Seine emploient actuellement, pour cet objet, 48.403 quintaux métriques de fonte brute par année, et fournissent 44.172 quintaux métriques de fonte moulée de seconde fusion.

Fer. Dans les deux années que nous considérons, la quantité de fer en barres, qui provint soit de l'emploi de la fonte brute pour fer, soit des forges catalanes, fut telle qu'il suit :

En 1822, le produit moyen des forges de la France était,

1°. Fer en barres, provenant de fonte française, affinée au charbon de bois. . . . . 618.540 q<sup>r</sup>. mét.

2°. Fer obtenu dans les forges dites catalanes, par le moyen du charbon de bois. . . . . 93.470

TOTAL. . . . . 712.010 q<sup>r</sup>. mét.

A la même époque, le terme moyen d'importation du fer en barres, déduction faite de l'exportation, était, d'après notre Tableau N°. 2, une quantité de . . . . . 67.380

Ainsi, le total de fer en barres, employé par l'industrie française en 1822, était de 779.390 q<sup>r</sup>. mét.

(*Voyez Rapport et Mémoire déjà cités, Annales des Mines, de 1820, p. 51, et de 1826, p. 353.*)

En 1826, on a obtenu dans les forges de la France, d'après les états de produits susmentionnés, les quantités ci-après :

1°. Fer en barres provenant de fonte française, ou de vieille ferraille, affinée au charbon de bois. . . . . 960.710 q<sup>r</sup>. mét.

(*Voy. ci-dessus, page 417.*)

Ce nombre résulte, 1°. du produit des mines et minières de la France, pour 805.347 quint. mét. de fer provenant de 1.167.754 quint. mét. de fonte obtenue en 1826, ci. . . . . 805.347;

2°. d'une quantité de 75.000 quint. mét. de fer provenant d'environ 100.000 quint. mét. qui ont été pris, tant sur des approvisionnemens antérieurs à 1826, que sur les ventes extraordinaires de vieille fonte qui ont eu lieu à cette époque 75.000;

3°. d'une quantité de 80.363 quint. mét. de fer provenant

A reporter. 880.347 960.710 q<sup>r</sup>. mét.

De l'autre part. 880.347 960.710 q<sup>r</sup>. mét.

d'environ 100.750 quint. mét.  
de vieille ferraille, qui ont été  
employés, outre la fonte de  
France, dans les feux d'affine-  
ries allant au charbon de bois,  
ci. . . . . 80.363;

TOTAL égal. . . . . 960.710.

2°. Fer provenant de fonte affinée à  
la houille. . . . . 400.370,  
et Fer provenant de vieille ferraille,  
*idem*. . . . . 26.000;

3°. Fer obtenu dans les forges cata-  
lanes, par le moyen du charbon de bois. 93.000;

TOTAL. . . . . 1.480.080.

A quoi il faut ajouter le terme moyen  
d'importation du fer en barres, déduc-  
tion faite de l'exportation, d'après notre  
Tableau N°. 2, ci. . . . . 60.037.

Il en résulte que le total de fer en  
barres employé par l'industrie fran-  
çaise, en 1826, fut de. . . . . 1.540.117 q<sup>r</sup>. mét.

Ainsi, l'industrie française s'est exercée, en  
1826, sur une quantité de fer, qui est plus forte  
de 760.727 quintaux métriques, qu'elle ne l'é-  
tait en 1822; en d'autres termes, la quantité de  
fer employée par l'industrie française est presque  
doublée depuis quatre ans. Cet accroissement est  
dû, pour plus de moitié, à la fabrication du fer  
affiné par le moyen de la houille, et façonné au  
laminoir. On sait que ce procédé, qui n'a com-  
mencé à s'introduire en France qu'en 1821, ne  
s'y est complètement naturalisé que depuis l'Ex-  
position de 1823. Aujourd'hui, la France possède  
environ quarante de ces établissemens que l'on  
nommait forges à l'anglaise, et qui désormais

pourront aussi être appelés forges françaises.  
(Voyez Mémoire déjà cité de 1826, p. 360, Ta-  
bleau N°. 3.)

Depuis quelques années, la fabrication de l'a-  
cier, soit naturel, soit cémenté, soit fondu, s'est  
progressivement accrue en France avec une telle  
activité, qu'aujourd'hui l'on fabrique de l'acier  
dans seize départemens, et que le produit annuel,  
en ce genre de matière première, s'élève à un  
total qui est moitié en sus de ce qu'il était en  
1822. C'est ce que font voir les renseignemens  
présentés ci-dessus. (Voy. p. 419.)

En 1822, on estimait, ainsi que nous l'avons  
déjà vu (Tabl. N°. 1), que les ateliers de la France  
produisaient annuellement en acier, tant na-  
turel que cémenté et fondu, une quantité totale  
de. . . . . 55.800 q<sup>r</sup>. mét.

A la même époque, le terme moyen  
d'importation de l'acier fut, d'après notre  
Tableau N°. 2,

|                                                                                                      |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Acier forgé, comprenant l'acier naturel<br>et l'acier cémenté. . . . . 5.453 q <sup>r</sup> . mét. } | } 6.474. |
| Acier fondu. . . . . 1.021                                                                           |          |

Il en résulte qu'en 1822 la quantité  
d'acier, employée en France, fut de. . . . . 42.274 q<sup>r</sup>. mét.

En 1826, la fabrication de l'acier des trois sor-  
tes énoncées s'est élevée, comme nous venons  
de le voir (Tabl. N°. 1), à une  
quantité de. . . . . 54.853 q<sup>r</sup>. mét.

Dans la même année 1826, le terme  
moyen d'importation de l'acier fut, d'après  
notre Tableau N°. 2,

|                                                           |          |
|-----------------------------------------------------------|----------|
| Acier forgé, tant naturel que<br>cémenté. . . . . 6.075 } | } 6.970. |
| Acier fondu. . . . . 895                                  |          |

D'où l'on voit que la quantité d'acier  
employée en France fut, en 1826, de. . . . . 61.823 q<sup>r</sup>. mét.

Acier.



Ainsi, depuis quatre ans, 1<sup>o</sup>. la fabrication de l'acier naturel s'est accrue en France de plus de moitié en sus de ce qu'elle était en 1822; 2<sup>o</sup>. la fabrication de l'acier cémenté s'est accrue d'un tiers en sus de ce qu'elle était alors; 3<sup>o</sup>. la fabrication de l'acier fondu s'est accrue de plus de moitié en sus de ce qu'elle était à la même époque; 4<sup>o</sup>. enfin, l'industrie française emploie annuellement 19.549 quintaux métriques d'acier, de plus qu'elle n'en consommait il y a quatre ans. C'est presque moitié en sus de la quantité d'acier des trois sortes, que la France consommait à l'époque de l'Exposition de 1823.

On reconnaît les causes de cette différence dans l'accroissement du nombre des fabriques où l'industrie s'exerce sur les trois sortes d'acier, dans l'emploi beaucoup plus fréquent de cette matière, et dans les nombreux ouvrages en acier, que réunit l'Exposition de 1827, ainsi que nous le verrons dans la seconde partie de ce Rapport.

Après avoir considéré les quantités de métaux communs, qui sont annuellement employées en France, par l'industrie manufacturière, jetons un coup-d'œil comparatif sur les métaux que l'on nomme précieux : tels sont l'or, l'argent et le platine.

Les quantités d'or et d'argent sur lesquelles, s'applique le travail, dans les ateliers français, proviennent des pays étrangers, à l'exception d'un faible produit en argent, qui résulte, en France, de l'exploitation des mines de plomb. (Voyez Tableau N<sup>o</sup>. 1, p. 408.)

Le produit en argent indigène a été :

Or  
et Argent.

En 1822, un total de 1.088 kilogrammes,  
En 1826, ————— 1.162.

Sur notre Tableau N<sup>o</sup>. 2, on voit que le terme moyen de l'importation annuelle de l'or, en France, tant pour l'or brut en masses, en lingots, et pour l'or brisé, que pour l'or monnayé, fut,

En 1822, d'après la moyenne de quatre années, 11.365 kil.  
En 1826, *idem*, ————— 27.171.

L'exportation de l'or, aux mêmes époques, fut,

En 1822, d'après la moyenne de quatre années, 22.847,  
En 1826, *idem*, ————— 34.649.

Ainsi, le rapport de l'importation à l'exportation de l'or était,

En 1822, comme 100 est à 201,02,  
En 1826, comme 100 est à 127,52;

D'où il suit que l'exportation relative de ce métal précieux a diminué d'environ trois huitièmes.

On pourra s'étonner de voir que, depuis l'année 1819, la France, qui ne produit pas d'or, en exporte cependant plus qu'elle n'en reçoit par l'importation; mais il ne faut pas perdre de vue, que l'excès de l'exportation sur l'importation de l'or est couvert, et au-delà, par l'excès de l'importation sur l'exportation de l'argent, ainsi que nous allons le faire remarquer, d'après le Tableau N<sup>o</sup>. 2.

Relativement à l'argent, ce tableau nous indique, pour terme moyen d'importation, déduction faite de l'exportation,

En 1822, d'après la moyenne de quatre années, 268.997 kil.  
En 1826, *idem*, ————— 582.561.

Si l'on ajoute à ces dernières quantités le produit susénoncé des mines du royaume, on voit que, dans les deux années dont il s'agit, la quantité d'argent qui est entrée dans la circulation, en France, a été,

En 1822, d'après la moyenne de quatre années, 270.085 kil.  
En 1826, *idem*, ————— 583.723.

Dans les tableaux des douanes, on admet généralement que l'or, tant à l'entrée qu'à la sortie, et tant brut que monnayé, est à 0,9 de fin, et que le kilogramme de ce métal vaut 3.091 fr. Pour l'argent considéré de même, on admet une valeur de 197 fr. par kilogramme.

En appliquant ces valeurs aux quantités d'or et d'argent qui sont portées sur notre Tableau N<sup>o</sup> 2, on trouve les résultats suivans :

Pendant la période des quatre années 1819 à 1822,  
L'importation fut,

|                  |                     |                |
|------------------|---------------------|----------------|
| Or brut.....     | 8.288 kilog. valant | 25.618.208 fr. |
| — monnayé.       | 37.172 —————        | 114.898.652    |
| Argent brut..... | 506.903 —————       | 99.859.891     |
| — monnayé        | 1.472.843 —————     | 290.150.071    |

VALEUR totale de l'or et de l'argent importés en France pendant ces quatre années. . . . . 530.526.822 fr.

L'exportation fut,

|                  |                     |             |
|------------------|---------------------|-------------|
| Or brut.....     | 9.159 kilog. valant | 28.310.469  |
| — monnayé.       | 82.234 —————        | 254.185.294 |
| Argent brut..... | 19.411 —————        | 3.823.967   |
| — monnayé..      | 884.347 —————       | 174.216.359 |

VALEUR totale de l'or et de l'argent exportés de France pendant ces quatre années. . . . . 460.536.089 fr.

Ainsi, pendant les quatre années 1819 à

1822, la différence fut à l'avantage de l'importation des deux métaux précieux, considérés ensemble, et cette différence fut une somme de 69.990.733 fr., dont le terme moyen, pour chacune des quatre années, offre une valeur de 17.497.683 fr.

Pendant la période des quatre années 1823 à 1826,  
L'importation fut,

|                  |                      |                |
|------------------|----------------------|----------------|
| Or brut.....     | 17.737 kilog. valant | 54.825.067 fr. |
| — monnayé.       | 90.948 —————         | 281.120.268    |
| Argent brut..... | 687.754 —————        | 135.487.538    |
| — monnayé.       | 1.997.811 —————      | 393.568.767    |

VALEUR totale de l'or et de l'argent importés en France pendant ces quatre années. . . . . 865.001.640 fr.

L'exportation fut,

|                  |                      |                 |
|------------------|----------------------|-----------------|
| Or brut.....     | 79.295 kilog. valant | 245.100.845 fr. |
| — monnayé..      | 59.306 —————         | 183.314.846     |
| Argent brut..... | 20.876 —————         | 4.112.572       |
| — monnayé..      | 334.443 —————        | 65.885.271      |

VALEUR totale de l'or et de l'argent exportés de France pendant ces quatre années. . . . . 498.413.534 fr.

Il en résulte que, pendant les quatre années 1823 à 1826, la différence à l'avantage de l'importation des deux métaux précieux fut une somme de 366.588.106 fr., dont le terme moyen, pour chacune des quatre années, offre une valeur de 91.647.026 fr.

En comparant ce terme moyen avec celui que nous avons calculé ci-dessus, pour la période précédente, on voit que, par année moyenne, il entre actuellement en France pour 74.149.343 fr. d'or et d'argent, de plus qu'il n'en entra en 1822,

après déduction faite de la quantité de ces métaux précieux qui sort du royaume.

Sans prétendre assigner toutes les causes de ce fait, qui indique un accroissement de prospérité, remarquons seulement que, parmi ces causes nombreuses et variées, on doit compter les progrès de l'industrie française.

Le travail qui s'applique à la consommation des matières d'or et d'argent comprend l'orfèvrerie, la bijouterie, tous les arts variés qui font un usage quelconque de ces métaux précieux, et le monnayage. Commençons par considérer les diverses fabriques où l'on emploie l'or et l'argent; nous passerons ensuite aux hôtels des monnaies.

Un extrait des comptes du bureau de garantie, concernant les matières d'or et d'argent, nous offre les faits que voici :

Pour la fabrication d'ouvrages en métaux précieux, on employa en 1822,

Dans le seul département de la Seine,

Or. . . . . 1.867, kil. 9

Argent. . . . . 44.775, 7;

Dans tous les autres départemens,

Or. . . . . 1.095, kil. 43

Argent. . . . . 13.261, 79.

En 1826, on employa, pour les mêmes objets,

Dans le seul département de la Seine,

Or. . . . . 2.531, kil. 9

Argent. . . . . 47.414, 8;

Dans tous les autres départemens,

Or. . . . . 1.150, kil. 1

Argent. . . . . 14.605, 1.

Si l'on compare ces nombres entre eux, on reconnaît un accroissement de fabrication, tant à Paris que dans les autres départemens, et tant

à l'égard de l'or qu'à l'égard de l'argent, mais principalement à l'égard de l'or.

En effet, on employa dans toute la France, pour la fabrication des ouvrages d'Or,

En 1822, . . . . 2.963 kil., 33 de ce métal,

En 1826, . . . . 3.682, »;

Pour la fabrication des ouvrages d'Argent,

En 1822, . . . . 58.037 kil., 49 de ce métal,

En 1826, . . . . 62.019, 9.

Ainsi, l'accroissement de la consommation annuelle de ces métaux précieux, dans les diverses fabriques, a été pendant chacune des quatre dernières années,

Pour l'Or, de. . . . 718 kil., 67;

Pour l'Argent, de. . . 3.982, 41.

Outre ces masses d'or et d'argent, on consume des quantités, peu considérables, de ces deux métaux pour la formation des lingots de tirage, qui sont des barres de cuivre recouvertes d'or ou d'argent, et pour la confection du plaqué, qui n'est pas soumis au droit de garantie.

On a fabriqué en lingots de tirage, dans toute la France, principalement à Lyon et à Trévoux,

En 1822, . . . . . 11.184 kil.

dont à Paris seulement. . . 385 kil.;

En 1826, . . . . . 9.908

dont à Paris. . . . . 309.

D'après la loi du 9 novembre 1797 (19 brumaire an vi), le droit de garantie est réglé :

Pour les ouvrages d'Or, à. . . . 200 fr. par kilog.

Pour les ouvrages d'Argent, à. . . 10

Pour les lingots de tirage, à. . . . 0, 82 c.

Le produit total de ce droit, y compris le décime en sus, a été :

En 1822, pour le département de la Seine, . . . 903.827 fr.  
— pour tous les autres départemens, . . . 396.630

TOTAL pour toute la France, . . . 1.300.457 fr.

En 1826, pour le département de la Seine, . . . 1.078.878 fr.  
— pour tous les autres départemens, . . . 422.371

TOTAL pour toute la France, . . . 1.501.249 fr.

On voit donc que, dans la fabrication des ouvrages d'or et d'argent, le seul département de la Seine a fourni, en 1822, les 0,695, et en 1826, à peu près les 0,719 du produit total de la France. Ce résultat indique un accroissement progressif d'activité pour la ville de Paris, relativement à toutes les professions qui emploient l'or ou l'argent, soit d'une manière spéciale, comme les bijoutiers, les orfèvres, les horlogers, les garnisseurs, les guillocheurs, etc., soit d'une manière accessoire, comme les couteliers, les armuriers, les fabricans de plaqué, les tireurs d'or, et autres. En 1821, d'après une année moyenne, la fabrication des ouvrages d'or et d'argent était déjà, dans le département de la Seine, les 0,666 de celle qui avait lieu dans toute la France, ainsi qu'on le voit par les *Recherches statistiques sur la ville de Paris*, 1823 (Tableau N<sup>o</sup>. 85).

D'après le même recueil de faits, la plus grande partie de l'or employé dans les diverses fabriques est au titre de 0,750, et du prix de 644 francs le marc, tandis que la plus grande partie de l'argent, employé de même, est au titre de 0,950, et du prix de 52 fr. le marc, d'où il suit que la valeur du kilogramme d'or est de 2.631 fr. 25 c.,

et la valeur du kilog. d'argent de 212 fr. 46 c.

Quant au monnayage des métaux précieux, les comptes généraux de l'Administration des finances, publiés pour les années 1822 et 1826, nous font voir que, dans les treize hôtels des monnaies, qui sont en activité en France, on a employé, pour la fabrication du numéraire, les quantités que voici :

En 1822, Or fin, y compris le déchet. . . . . kil.  
valant. . . 3.444 fr. 44 cent. le kil. . . . . 269,12

— Argent fin, y compris le déchet. . . . . 403.538,79  
valant. . . 222 fr. 22 cent. le kil.

En 1826, Or fin, y compris le déchet. . . . . 1.372,48

— Argent fin, y compris le déchet. . . . . 454.779,81.

Nous savons de plus, par les comptes de la Monnaie royale des médailles, que dans les deux années 1822 et 1826, pendant lesquelles la fabrication des pièces d'or a été moindre qu'à certaines autres époques, et notamment qu'en 1825, cet établissement a cependant employé les quantités ci-après indiquées :

En 1822, outre 1.383k,47 de bronze, et 3k,54 de platine,  
Or. . . . . 15, 07, valant 3.170 fr. le kilogr.  
Argent. . . 814, 5, valant 220 — ;

En 1826, outre 942k,79 de bronze, et 2k,76 de platine,  
Or. . . . . 13, 11  
Argent. . . 957, 17.

En appliquant à ces différentes quantités de métaux les valeurs qui leur correspondent, d'après les différens titres susénoncés, on peut calculer que, dans toute la France, il a été employé par année moyenne, tant pour les ateliers d'orfèvrerie, de bijouterie et autres, que pour la fa-

brication des monnaies et des médailles, les quantités d'or et d'argent ci-après :

|                                 |                           |                    |                 |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|
| En 1822, Or. . .                | 3.247 <sup>kil.</sup> ,52 | valant.            | 8.772.001 fr.   |
| — Argent. 462.390, 78           |                           |                    | 102.184.225     |
|                                 |                           | VALEUR totale. . . | 110.956.226 fr. |
| En 1826, Or. . .                | 5.067, 59                 |                    | 14.457 246      |
| — Argent. 517.756, 88           |                           |                    | 114.448.494     |
|                                 |                           | VALEUR totale. . . | 128.905.740 fr. |
| Différence en plus pour 1826. . |                           |                    | 17.949.514      |

Platine.

Une grande quantité de minerai de platine fut importée en France pendant l'année 1813; mais dix ans après, en 1823, les produits de cette importation se trouvèrent épuisés, tant par l'emploi qui en avait été fait en France pour la fabrication d'ouvrages en platine, que par l'exportation à l'étranger.

En 1822, on importa en France

Platine en lingots. . . . . 37<sup>kil.</sup>,40;

— on exporta

Platine en lingots. . . . . 61,56

Et de plus 4<sup>kil.</sup>,6 de minerai.

Différence en faveur de l'exportation . . . . 24<sup>kil.</sup>,16.

En 1826, d'après le terme moyen de quatre années, on importa en France, pour la consommation intérieure, déduction faite de l'exportation,

Platine en lingots. . . . . 129<sup>kil.</sup>,

Ainsi, l'on est porté à croire que l'industrie

manufacturière employée en France, par année moyenne, environ 1 quint. métr., 29 kil. de platine à l'état métallique, valant à raison de 27 fr. 50 c. l'once (ou 898 fr. 98 c. le kilogr.), 115.968 fr. 42 c.

D'après tout ce qui précède, on peut calculer que la valeur totale des métaux bruts qui furent employés en France, pendant l'année 1826, se composa des valeurs partielles dont voici l'indication :

|                                                                                                                                      |     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------|
| Métaux bruts provenant du sol français (voyez <i>Tabl. N° 1</i> , p. 408), valeur. . .                                               | fr. | 79.989.860   |
| Métaux bruts importés, déduction faite de l'exportation, mais non compris Or, Argent et Platine (voy. <i>Tabl. N° 2</i> , p. 424). — |     | 20.622.320   |
| Or, Argent et Platine, importés <i>idem</i> (voyez <i>ibidem</i> ). —                                                                |     | 92.037.219   |
| Or et Argent, pris sur les réserves des années antérieures à 1826 (voy. p. 452). —                                                   |     | 36.984.689   |
| Autres métaux bruts, <i>id.</i> (voy. p. 425 <i>ets.</i> ). —                                                                        |     | 14.222.937   |
|                                                                                                                                      | fr. |              |
| TOTAL (voy. <i>Tabl. N° 3</i> , p. 454)                                                                                              |     | 243.856.825. |

En résumant tous les faits qui viennent d'être exposés, on parvient à déterminer, ainsi qu'il suit, pour chacun des métaux ou objets indiqués par le Tableau N° 3, la quantité de matières premières, sur laquelle s'exerce annuellement, en France, l'industrie manufacturière. On peut aussi calculer la valeur en francs, qui correspond à chaque genre de matière première. On voit enfin de combien la quantité et la valeur se sont accrues, ou bien ont diminué, pour chaque genre d'industrie, depuis la dernière Exposition, qui eut lieu en 1823.

N<sup>o</sup>. 5. TABLEAU récapitulatif, indiquant les quantités et les valeurs des métaux qui furent employés en France, comme matières premières, par l'industrie manufacturière, pendant l'année 1826, comparée avec l'année 1822.

| MÉTALX<br>ou<br>MATIÈRES PREMIÈRES.                | QUANTITÉS<br>employées<br>en 1826. | VALEUR<br>en<br>francs. | Différence relativement à l'année 1822. |                  |                        |          |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------------|----------|
|                                                    |                                    |                         | En plus pour<br>1826.                   |                  | En moins pour<br>1826. |          |
|                                                    |                                    |                         | Quantités.                              | Valeur.          | Quantités.             | Valeur.  |
| Plomb en saumons....                               | qx. m.<br>111.587                  | fr.<br>5.144.022        | qx. m.<br>38.073                        | fr.<br>1.751.358 | qx. m.<br>»            | fr.<br>» |
| Cuivre en masses brutes<br>ou plaques.....         | 54.558                             | 10.878.280              | 3.887                                   | 777.400          | »                      | »        |
| Zinc, <i>idem</i> .....                            | 17.313                             | 692.520                 | 10.340                                  | 413.600          | »                      | »        |
| Étain brut.....                                    | 10.974                             | 1.917.095               | 3.808                                   | 666.400          | »                      | »        |
| Mercure coulant, ou<br>vif-argent.....             | 601                                | 276.460                 | 241                                     | 110.860          | »                      | »        |
| Antimoine métallique.                              | 336                                | 73.920                  | »                                       | »                | 90                     | 19.800   |
| Bismuth.....                                       | 9                                  | 2.700                   | »                                       | »                | 6                      | 1.800    |
| Arsenic métallique....                             | 113                                | 12.450                  | 74                                      | 8.140            | »                      | »        |
| Manganèse oxidé.....                               | 12.066                             | 191.400                 | 5.178                                   | 82.848           | »                      | »        |
| Cobalt métal. (V. Tab.<br>N <sup>o</sup> . 2)..... | 1                                  | 30                      | »                                       | »                | 13                     | 390      |
| — grillé (safran)....                              | 19                                 | 8.550                   | »                                       | »                | 9                      | 4.050    |
| — vitrifié (azur)...                               | 1.473                              | 250.410                 | 294                                     | 49.980           | »                      | »        |
| Fonte en gueuse, pour<br>moulage.....              | 391.065                            | 7.821.300               | 164.306                                 | 3.286.120        | »                      | »        |
| Fer en grosses barres..                            | 1.540.117                          | 80.927.320              | 760.727                                 | 39.557.804       | »                      | »        |
| Acier en barres, soit na-<br>turel, soit cémenté.  | 29.203                             | 6.045.660               | 18.750                                  | 1.912.500        | »                      | »        |
| — fondu en lingots.                                | 2.620                              | 593.000                 | 799                                     | 180.574          | »                      | »        |
| Or, pour ouvrages et<br>monnaies.....              | kil.<br>5.067                      | 14.457.240              | kil.<br>1.820                           | 5.685.245        | »                      | »        |
| Argent, <i>idem</i> .....                          | 517.756                            | 114.448.494             | 55.366                                  | 12.264.269       | »                      | »        |
| Platine.....                                       | 129                                | 115.968                 | 129                                     | 115.968          | »                      | »        |
| TOTAUX....                                         | 2.207.284                          | 243.856.825             | 1.007.050                               | 66.863.066       | 118                    | 26.040   |

Comparaison de diverses branches d'industrie.

De l'ensemble des faits que réunit le Tableau précédent, il résulte que l'industrie manufacturière qui emploie les métaux s'exerce annuellement en France sur 2.207.284 quintaux métriques de matières premières, valant 243.856.825 francs.

Ces faits prouvent que, depuis la dernière Exposition des produits de l'industrie, qui eut lieu en 1823, la consommation des métaux, expression assez fidèle de l'activité des ateliers métallurgiques, s'est généralement accrue en France; car il n'y a que de légères exceptions, à l'égard de l'antimoine, du bismuth et du cobalt: ces métaux sont les seuls dont l'emploi ait éprouvé quelque diminution. En prenant ces mêmes faits pour base, on peut comparer entre elles les diverses branches de l'industrie métallurgique, mesurer leur développement, et déterminer leur importance relative. Si l'on veut aussi les comparer avec d'autres branches d'industrie, on pourra combiner avec les faits relatifs aux métaux les données qu'un auteur célèbre a présentées, sur d'autres matières premières, dans son ouvrage intitulé *De l'Industrie française*, Paris, 1819, ou faire usage de telles autres données que l'on croira devoir admettre pour l'époque actuelle.

Nous lisons, par exemple, dans l'ouvrage cité, que les quantités et les valeurs des matières premières que l'on emploie en France pour la fabrication des tissus, étoffes et autres objets analogues, sont telles qu'il suit, d'après la moyenne de plusieurs années :

On emploie annuellement en France, y com-

Tissus,  
Étoffes, etc.

pris les importations de matières premières, et déduction faite des exportations,

1°. Pour les soieries, 51.476 qx. mét. de cocons indigènes, valant 15.442.827 fr., d'où il résulte en soie tant grège qu'organsinée 4.390 qx. mét. valant 25.560.000 fr., et au moyen de l'importation (d'environ 4.099 qx. mét. de cette dernière marchandise) une valeur totale en soie filés et organsinée, qui est de . . . . . 45.560.000 fr.

2°. Pour les draperies et toutes les autres sortes d'ouvrages en laine, 579.283 qx. mét. de laine indigène en suint, valant 81.359.317 fr., et au moyen de l'importation (d'environ 55.957 qx. mét.) une valeur totale en laine en suint, qui est de . . . . . 93.339.317 fr.

3°. Pour les toiles et câbles, etc., en chanvre indigène en branche, une valeur de 30.941.840 fr., qui, au moyen de l'importation, s'élève à . . . . . 35.699.003 fr. et de plus, en lin indigène, une valeur de 19.000.000 francs, qui, au moyen de l'importation, devient . . . . . 20.000.000 fr.

4°. Pour la cotonnerie, 130.000 qx. mét. de coton provenant des pays étrangers, et valant, . . . . . 78.000.000 fr.

(Voyez *De l'Industrie française*, par M. le comte Chaptal, Paris, 1819, t. 2, pag. 118, 127, 139, 141, 150.)

Aujourd'hui, d'après l'accroissement d'activité qui s'est manifesté dans tous les ateliers français, depuis l'année 1819, époque à laquelle parut l'ouvrage cité, on calcule que, pendant l'année 1826, l'industrie française a mis en œuvre les quantités suivantes de matières premières :

Laine, soit française, soit étrangère, . . . . . 480.000 qx. mét.  
Soie tirée de l'étranger, outre la soie indigène, au lieu des 4.099 qx. mét. ci-dessus . . . . . 8.000  
Coton, au lieu des 130.000 quintaux métriques ci-dessus . . . . . 320.000.

(Voyez *Gazette de France*, du 14 novembre 1827, n°. 318, p. 2.)

Nous ne pousserons pas plus loin ces compa-

raisons : qu'il nous suffise d'avoir exposé que l'industrie métallurgique n'est pas restée au-dessous du brillant essor que toutes les autres branches de l'industrie ont pris en France depuis quelques années.

Si l'on représente par le nombre 1 la valeur totale de chacune des matières premières qui sont élaborées dans les ateliers français, on peut calculer que l'industrie manufacturière augmente cette valeur ainsi qu'il suit, d'après une moyenne prise sur l'ensemble de tous les produits fabriqués dans un même genre :

Pour les soieries, la valeur 1 de la matière première devient . . . . . 2,37  
— draperies et lainages . . . . . 2,15  
— toiles de chanvre et câbles . . . . . 3,94  
— tissus de lin, y compris les dentelles . . . . . 5,00  
— ouvrages en coton . . . . . 2,44.

Chacun de ces nombres est le quotient que l'on obtient en divisant la valeur totale des marchandises, fabriqués dans les manufactures françaises, par la valeur totale des matières premières qui ont été employées pour le même objet.

(Voyez *De l'Industrie française, etc.*, Paris, 1819, pages 119 et 120, 127 à 133, 140 à 142, 149 à 151.)

En procédant de même, relativement aux métaux, on trouve les résultats suivants : Métaux.

Pour les ouvrages communs en Plomb, la valeur 1 de la matière première devient . . . . . 1,33  
— Cuivre, dans la chaudronnerie, les batteries de cuisine, etc., mais sans compter le bronze et le laiton . . . . . 2,2  
— Étain, Zinc, Antimoine, Mercure, à l'état de métal ou d'alliage . . . . . 1,5 à 2  
— *idem*, dans la composition des sels métalliques . . . . . 3, à 4

- Fer approprié aux divers usages. . . . 4,4.  
 (Voyez *De l'Industrie française*, t. 2, pages 157 et 161.)
- Or, dans la bijouterie, l'orfèvrerie, l'horlogerie, les dorures, etc. . . . . 2,35
- Argent, *idem*. . . . . 1,60.  
 (V. *Recherches statistiques sur Paris*, 1823, Tab. N<sup>o</sup>. 85.)

Il suffira de considérer ces nombres, en se rappelant, d'après ce qui précède, quelle quantité de fer est employée par les ateliers français, pour reconnaître que, dans l'industrie métallurgique de la France, le fer est sans contredit le plus précieux des métaux, et que cette industrie n'offre pas moins d'avantages que celles qui emploient la soie, la laine, le chanvre, le lin, ou le coton.

Au lieu de calculer l'accroissement de valeur des métaux d'après un terme moyen pris sur l'ensemble de tous les produits fabriqués dans un même genre, on peut se demander selon quel rapport s'accroît la valeur de tel ou tel métal dans telle ou telle sorte de produit. L'Exposition de 1827 nous a fourni l'occasion de recueillir d'utiles données à cet égard, d'après les prix actuels des métaux bruts et des métaux ouvrés. Ces données doivent trouver place dans le présent rapport, parce qu'elles pourront servir à comparer entre eux les divers genres de fabrication métallurgique, et à faire apprécier le mérite relatif des divers fabricans dans un même genre, d'après les quantités, les qualités et les prix de leurs produits.

En appliquant ces données générales aux circonstances particulières de tel ou tel établissement, on remarquera que l'accroissement de va-

leur ainsi calculé représente collectivement les salaires d'ouvriers et d'agens quelconques, les achats de combustibles et de matières, autres que les métaux à mettre en œuvre, les déchets qu'éprouvent ces métaux, les intérêts des capitaux versés dans telle ou telle entreprise métallurgique, en un mot tous les frais de fabrication et le bénéfice de l'industrie. Dans les données qui suivent, on remarquera aussi qu'elles ne comprennent que des objets usuels; nous avons écarté certains accroissemens de valeur tout-à-fait extraordinaires, tels que celui que reçoit la fonte brute de fer, convertie en acier, dans les ressorts spiraux de montres. On rapporte, à ce sujet, qu'en Angleterre une livre de *fer brut*, ou fonte de fer, qui vaut 5 centimes, fournit 70.000 ressorts spiraux qui valent 35.000 guinées, ou 926.450 fr., d'où il suit que, dans ces ressorts, la valeur de la matière première devient 18.528.999 fois plus grande, qu'elle ne l'était avant la mise en œuvre. (Voyez un *Voyage en Angleterre*, par M. Pictet, Genève 1802, et *Amusemens philologiques*, Paris, 1824, page 269.)



## Accroissement de valeur des métaux.

| MÉTAUX BRUTS :                                     | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <sup>1</sup><br>devient :          |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| PRIX<br>du quintal métrique en<br>France, en 1827. | Valeur relative, le prix ci-contre du métal<br>brut étant représenté par le nombre 1..                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Plomb,<br>à 52 francs.                             | Dans les produits ci-après indiqués, avec les<br>prix qu'ils coûtent en fabrique, savoir :<br>— Feuilles, tab'es ou tuyaux, des dimen-<br>sions moyennes, au prix de 65 fr. le q. m.,<br>la valeur de la matière non ouvrée devient.<br>— Caractères d'imprimerie neufs, en langue<br>française, dans lesquels 0,8 de plomb sont<br>alliés avec 0,2 d'antimoine, tels que les<br>caractères les plus usuels, dits <i>petit-romain</i> , n <sup>o</sup> . 9, du prix de 4 f. 60 c. le kil.,<br>et <i>cicéro</i> , n <sup>o</sup> . 11, du prix de 3 f. 80 c. le kil.,<br>ce qui donne par q. m. des deux sortes<br>mêlées un prix moyen de 420 fr. —<br>Le q. m. de la matière non ouvrée vaut<br>85 f. 60 c., d'après les proportions susénon-<br>cées de l'alliage, et les prix des deux mé-<br>taux bruts.<br>— Petits caractères <i>idem</i> , dits <i>cinq-romain</i> ,<br>ou <i>parisienne</i> , du prix de 24 f. le kil. ( <i>id.</i> )<br>— Céruse, ou blanc de plomb ( sous-carbo-<br>nate ) de 1 <sup>re</sup> . qualité, en masses brutes, et<br>sans préparation, à 114 f. le q. m., con-<br>tenant à peu près 0,84 de plomb, avec<br>0,16 d'acide carbonique. —<br>La valeur du plomb contenu dans un q.<br>m. de céruse est de 43 f. 68. c.<br>— Minium (deutoxide de plomb) pour<br>faïence fine et cristaux, à 90 f. le q. m.,<br>contenant à peu près 0,9 de plomb avec<br>0,1 d'oxygène. —<br>La valeur du plomb contenu dans un q.<br>m. de minium est de 46 f. 80 c. | 1,25<br>4,9<br>28,3<br>2,6<br>1,92 |

| MÉTAUX BRUTS :            | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <sup>1</sup><br>devient :                                             |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Prix du quintal métrique. | Feuilles de doublage pour la marine, de<br>prix de 520 fr. le q. m. —<br>— Ustensiles de ménage, qui se vendent<br>au poids, à raison de 4 f. 50 c. le kil. —<br>— Laiton en planches, à 280 fr. le q. m.,<br>dans lequel 0,7 de cuivre sont alliés avec<br>0,3 de zinc. —<br>Le q. m. de la matière non ouvrée vaut<br>190 f. 70 c., d'après les proportions et les<br>prix des deux métaux bruts.<br>— Peigne, dit <i>rot</i> , en laiton, pour calicot $\frac{3}{4}$ ,<br>lequel peigne ayant 40 pouces de long, y<br>compris les gardes, et contenant 1500<br>dents sur une longueur de 38 pouces, pèse<br>4 onces (okil., 61188) et coûte 9 f., ce qui<br>fait 1470 f. par q. m. —<br>— Fil de laiton ordinaire du n <sup>o</sup> . 1 à 28, à<br>300 f. le q. m. —<br>— Fil de laiton fin, à 550 f. le q. m. —<br>— Toiles métalliques en fil de laiton n <sup>o</sup> . 8<br>(c'est-à-dire 8 fils au pouce), dont le pied<br>carré, contenant 64 mailles, est du poids<br>de 266 grammes, 37 et se vend 2 f. 50 c.,<br>ce qui fait par q. m. 938 f. —<br>— Toiles <i>idem</i> , n <sup>o</sup> . 100, dont le pied carré,<br>contenant 10.000 mailles, pèse 67gr., 41,<br>et se vend 7 f. 50 c., ce qui fait par qal.<br>métrique 11.125 f. —<br>— Épingles blanches ordinaires, en laiton<br>étamé n <sup>o</sup> . 20, dont les 12.000 pièces pèsent<br>2kil., 256, et se vendent 10-f. 10 c., ce qui<br>fait 447 f. le q. m. —<br>Le q. m. de la matière non ouvrée vaut<br>190 f. 80 c., il contient en cuivre 69kil., 82,<br>en zinc 29k., 92, en étain ok., 25. | 1,26<br>1,77<br>1,46<br>7,70<br>1,57<br>2,88<br>4,91<br>58,23<br>2,34 |



| MÉTAUX BRUTS :                        | MÉTAUX OUVRÉS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1<br>devient |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Prix du quintal métrique.             | et 0,19 d'étain. —<br>Le q. m. de la matière non ouvrée vaut 359 f. 82 c.<br>— Rondelles de sûreté pour les machines à vapeur, en alliage fusible à 155 degrés centigrades, lesquelles contiennent environ 0,15 de bismuth, 0,39 de plomb, et 0,46 d'étain, et valent 5 f. le kil. —<br>Le q. m. de la matière non ouvrée vaut 216 f. 8 c.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2,07         |
| Arsenic,<br>à 60 francs.              | — Oxide blanc d'Arsenic, à 86 f. 50 c. le q. m., contenant environ 0,75 d'arsenic, combinés avec 0,25 d'oxygène. —<br>Dans un q. m. de cet oxide, la valeur de l'arsenic non ouvré est de 45 f.<br>— Sulfure rouge d'arsenic (Réalgar), de qualité moyenne, en masses brutes et sans préparation, à 145 f. le q. m., contenant environ 0,7 d'arsenic, combinés avec 0,3 de soufre, dont le q. m. vaut 36 f. —<br>Le q. m. de la matière non ouvrée vaut 52 f. 80 c.<br>— Sulfure jaune-doré d'arsenic (Orpiment), de qualité moyenne, à 215 f. le q. m., contenant environ 0,6 d'arsenic, combinés avec 0,4 de soufre. —<br>Le q. m. de la matière non ouvrée vaut 50 f. 40 c. | 1,88         |
| Cobalt (minerai),<br>à 75 fr. le kil. | — Assiettes de porcelaine de Sèvres, colorées en bleu sur le bord, au grand feu...<br>Avec un kilogr. de minerai de cobalt, de Tunaberg, en Suède, dit cobalt gris ou éclatant, on met en bleu, sur le bord, 213 assiettes, dont chacune, en blanc, valait 1 f. et vaut ensuite 5 f., étant ainsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5,68         |

| MÉTAUX BRUTS :                  | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1<br>devient                                                         |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Prix du quintal métrique.       | colorée, d'où il suit que le kilog. de ce minerai de cobalt, qui coûte 75 f., produit une valeur de 426 f.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Fonte de fer brute,<br>à 20 fr. | — Ustensiles de ménage, et ouvrages communs en fonte moulée, à 40 f. le qal. mét. —<br>— Pièces de mécanique en fonte moulée, à 80 f. le q. m. —<br>— Pièces de bijouterie en fonte moulée, telles que boucles, agrafes, croix pleines, et figures découpées pour cadenas de bracelets, au prix de 9 f. le kil., en brut. —<br>— Pièces <i>idem</i> , telles que maillons de bracelets, croix à jour, etc., à 50 f. le kil., en brut. —<br>— Boutons en fonte de fer, avec figures, au prix de 12 f. la grosse de 12 douzaines, pesant 407 <sup>2</sup> / <sub>95</sub> , ce qui fait 2.941 f. par q. m.                                                                                         | 2,»<br>4,»<br>45,»<br>150,»<br>147,05                                |
| Fer en barres,<br>à 56 francs.  | — Fer de fenderie, 1 <sup>re</sup> . qualité, à 62 f. le q. m. —<br>— Fer martiné rond, à 66 f. —<br>— Acier naturel, à 80 f. le q. m. —<br>— Acier cimenté, à 135 fr. le q. m. —<br>— Acier fondu, à 240 fr. le q. m. —<br>— Tôle ordinaire, en grandes feuilles de 20 à 24 sur 55 à 60 pouces, dont chacune pèse au moins 5 kil., et dont le q. m. vaut 82 f. 50 c. —<br>— Tôle fine, en petites feuilles de 12 à 18 pouces de largeur, dont chacune pèse de 1 à 4 kil., et dont le q. m. vaut 88 f. 50 c. —<br>— Tôle d'acier naturel, à 200 f. le q. m. —<br>— Tôle d'acier fondu, à 350 f. le q. m. —<br>— Fer-blanc terne, de format français (9 pouces sur 12) marqué X, au prix de 50 f. | 1,10<br>1,17<br>1,42<br>2,41<br>4,28<br>1,47<br>1,58<br>3,57<br>6,25 |



| MÉTAUX BRUTS :                                              | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                                                   | 1<br>devient |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Prix du quintal métrique.<br>Fer en barres,<br>à 56 francs. | — Scies à bois pour scieurs de long, de 4 pieds $\frac{1}{2}$ de longueur sur 3 pouces $\frac{1}{2}$ de largeur, dont chacune pèse 1k,5, et coûte 12 f., ce qui fait 800 le q. m. —               | 14,28        |
|                                                             | — Limes au paquet, dites <i>sept-quarts</i> , dont chaque paquet, contenant de 1 à 6 pièces, pèse communément 0k,87 ( $\frac{7}{4}$ de livre), et coûte 1 f. 25 c., ce qui fait 143 f. le q. m. — | 2,55         |
|                                                             | — Limes plates en acier fondu, de 8 pouces de longueur, dont la douzaine pèse 2 kil., et coûte, en qualité superfine, 22 f. 90 c. la douzaine, ce qui fait 1.145 f. le q. m. —                    | 20,44        |
|                                                             | — Pointes dites <i>de Paris</i> , n°. 12, de 12 lignes de longueur, dont le q. m., contenant à peu près 200.000 pointes, coûte 165 f. —                                                           | 2,94         |
|                                                             | — Fils de fer, dits <i>Limoges</i> , n°. 10, dont la botte, pesant 5 kil., coûte 6 f., ce qui fait 120 f. le q. m. —                                                                              | 2,14         |
|                                                             | — <i>Idem</i> , dits <i>normands</i> , dont la botte, pesant 6 kil., coûte 9 f. 70 c., ce qui fait 161 f. le q. m. —                                                                              | 2,87         |
|                                                             | — <i>Idem</i> , assortis de divers numéros, à 130 f. le q. m. —                                                                                                                                   | 2,32         |
|                                                             | — <i>Idem</i> , fins, non dressés, dits <i>fil-carcasses</i> , n°. 20, dont la botte, pesant 6 kil., se vend 13 f. 25 c., ce qui fait 220 f. 83 c. le q. m. —                                     | 3,94         |
|                                                             | — <i>Idem</i> , n°. 30, à 35 f. la botte de 6 kil., ce qui fait 583 f. 33 c. le q. m. —                                                                                                           | 10,41        |
|                                                             | — <i>Idem</i> , dressés, dits <i>fil à cardes</i> , n°. 20, dont la botte, pesant 1k,5, se vend 3 f. 20 c., ce qui fait 213 f. 33 c. le q. m. —                                                   | 3,80         |
|                                                             | — <i>Idem</i> , n°. 30, à 9 f. la botte de 1k,50, ce qui fait 600 f. le q. m. —                                                                                                                   | 10,71        |

| MÉTAUX BRUTS :                                              | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                                                                                                                     | 1<br>devient : |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Prix du quintal métrique.<br>Fer en barres,<br>à 56 francs. | — Épingles drapières très-renforcées, à 450 fr. le q. m. —                                                                                                                                                                                                          | 8,03           |
|                                                             | — Aiguilles à la coupe, en fil de fer cémenté, assorties de qualité moyenne, dont les 1.000 pièces pèsent 9 onces 2 gros (283 grammes), et coûtent, en premier choix, 2 f. 75 c., ce qui fait 971 f. le q. m. —                                                     | 17,33          |
|                                                             | — <i>Idem</i> , 3 <sup>e</sup> . qualité, en fil de fer cémenté, dont les 1.000 pièces pèsent 9 onces (275g,35), et coûtent, en premier choix, 3 f. 56 c., ce qui fait 1.292 f. le q. m. —                                                                          | 23,07          |
|                                                             | — <i>Idem</i> , de 2 <sup>e</sup> . qualité, en fil d'acier ordinaire, dont les 1.000 pièces sont du même poids que ci-dessus, et du prix de 5 fr. 50 c., ce qui fait 1.997 f. le q. m. —                                                                           | 35,66          |
|                                                             | — <i>Idem</i> , de 1 <sup>re</sup> . qualité, façon anglaise, en fil d'acier fondu, dont les 1.000 pièces pèsent 7 onces (214g,16), et coûtent, en premier choix, 8 f. 50 c., ce qui fait 3.968 fr. le q. m. —                                                      | 70,85          |
|                                                             | — Peigne, dit <i>rot</i> , en acier, pour calicot $\frac{3}{4}$ , lequel peigne ayant 40 pouces de long, y compris les gardes, et contenant 1.500 dents sur une longueur de 38 pouces, pèse 1 liv. 4 onces (0k,61188), et coûte 7 f., ce qui fait 1.225 par q. m. — | 21,87          |
|                                                             | — Rubans de cardes, en fil de fer, pour coton, n°. 24, dont le pied courant pèse 45g,88, et coûte 1 f., déduction faite du poids et du prix du cuir, ce qui fait, pour le métal seul, 2.179 f. le q. m. —                                                           | 38,91          |
|                                                             | — Toiles métalliques en fil de fer, n°. 10, dont le pied carré pèse 429g,41, et coûte 1 f. 75 c., ce qui fait par q. m. 407 f. —                                                                                                                                    | 7,26           |
|                                                             | — <i>Idem</i> , n°. 80, dont le pied carré pèse 87g,69, et coûte 4 f. 75 c., ce qui fait par q. m. 5.416 f. —                                                                                                                                                       | 96,71          |

| MÉTAUX BRUTS :                 | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                                  | 1<br>devient |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Prix du quintal métrique.      | — Lames de couteaux de table, dites à <i>cheval</i> , dont la douzaine pèse 0k,5, et coûte 10 f., ce qui fait 2.000 f. le q. m. —                                                | 35,7         |
| Fer en barres,<br>à 56 francs. | — Lames de rasoirs en acier fondu, dont la douzaine pèse 0k,5, et coûte 15 f., ce qui fait 3.000 f. par q. m. —                                                                  | 53,57        |
|                                | — Ciseaux fins, dont la douzaine pèse 918,78, et coûte 24 f., ce qui fait 26.169 le q. m. —                                                                                      | 446,94       |
|                                | — Lames de canifs de bureau, dont les cinq douzaines pèsent 308,59, et coûtent 11 f. 50 c., ce qui fait 36.800 le q. m. —                                                        | 657,14       |
|                                | — Canons de fusils de munition, du dernier modèle, dont chacun pèse 2 kil., et coûte 10 f. 20 c., ce qui fait 510 f. le q. m. —                                                  | 9,10         |
|                                | — Canons de fusils, doubles, de chasse, à rubans tordus et damassés, dont chacun pèse 1k,5, et coûte 200 f., prix moyen, ce qui fait 13.333 f. par q. m. —                       | 33,08        |
|                                | — Platines de fusils de munition, en fer, dont chacune pèse 0k,5, et coûte 7 f. 25 c., ce qui fait 1.450 f. le q. m. —                                                           | 25,89        |
|                                | — Baguettes de fusils de munition, en acier, dont chacune pèse 0k,188, et coûte 1 f. 20 c., ce qui fait 638 f. le q. m. —                                                        | 11,39        |
|                                | — Baïonnettes de fusils de munition, dont chacune, composée d'acier pour 2/3 de son poids, et de fer pour 1/3, pèse 0k,313, et coûte 3 f. 25 c., ce qui fait 1.038 f. le q. m. — | 18,53        |
|                                | — Lames de sabres, de cavalerie de ligne, en acier, chacune du poids de 0k,655, et du prix de 5 f. 90 c., ce qui fait 900 f. le q. m. —                                          | 16,07        |
|                                | — <i>Idem</i> , de cavalerie légère, chacune du poids de 0k,67, et du prix de 6 f., ce qui fait 895 f. le q. m. —                                                                | 15,98        |
|                                | — <i>Idem</i> , d'infanterie, chacune du poids de 0k,53, et du prix de 2 f. 75 c., ce qui fait 518 f. le q. m. —                                                                 | 9,25         |

| MÉTAUX BRUTS :                                                                                          | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                           | 1<br>devient |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Prix du quintal métrique.                                                                               | — <i>Idem</i> , d'artillerie, chacune du poids de 0k,6, et du prix de 3 f. 70 c., ce qui fait 616 f. le q. m. —                                                           | 11,22        |
| Fer en barres,<br>à 56 francs.                                                                          | — Boucles de ceinture, en acier poli, chacune du poids de 198,915, et du prix de 10 f., ce qui fait 50.213 f. le q. m. —                                                  | 896,66       |
|                                                                                                         | — Poignées d'épée, en acier poli, chacune du poids de 6 onces (1838,56), et du prix de 100 f., ce qui fait 54.478 f. par q. m. —                                          | 972,82       |
| Argent,<br>à 0,950 de fin, va-<br>lant 52 f. le marc,<br>ou 212 <sup>f.</sup> ,46 <sup>c.</sup> le kil. | — Couverts d'argent à filets, au titre de 0,950, dont la douzaine pèse 8 marcs, valant 416 f., et coûte 464 f., non compris le contrôle qui est de 3 f. par marc. —       | 1,115        |
|                                                                                                         | — Couverts de dessert, au même titre, dont la douzaine pèse 5 marcs 5 onces 4 gros, valant 295 f. 74 c., et coûte 355 f. 74 c., non compris le contrôle. —                | 1,202        |
|                                                                                                         | — Vaisselle plate en argent, au même titre, dont le marc coûte 57 f. tout façonné, non compris le contrôle. —                                                             | 1,096        |
| Argent, à 0,800 de<br>fin, 44 fr. 25 c.<br>le marc, ou<br>180 fr. 78 c. le kil.                         | — Boîte de montre en argent, d'horlogerie ordinaire, au titre de 0,800, du poids de 1 once (0k,03059) et du prix de 13 f. 53 c., non compris le contrôle. —               | 2,446        |
| Or, à 0,840 de fin,<br>721 fr. le marc, ou<br>2.945 f. 86c. le kil.                                     | — <i>Idem</i> en or, d'horlogerie fine, au titre de 0,840, du poids de 10 gros (0k,0382) et du prix de 147 f. 53 c., non compris le contrôle, qui est de 1 f. par gros. — | 1,311        |
| Or, à 0,750 de fin,<br>valant 644 fr. le<br>marc, ou 2.631 fr.<br>25 c. le kil.                         | — <i>Idem</i> , d'horlogerie ordinaire, au titre de 0,750, du poids de 5 gros (0k,0191), et du prix de 85 f. 26 c., non compris le contrôle. —                            | 1,696        |
|                                                                                                         | — Tabatière en or, d'un travail simple, au                                                                                                                                |              |

| MÉTAUX BRUTS :                                    | MÉTAUX OUVRÉS :                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1<br>devient : |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Or, à 0,750 de fin, valant 2.631 f. 25 c. le kil. | même titre, du poids de 5 onces (91g,78), et du prix de 381 f. 54 c., non compris le contrôle.                                                                                                                                                                                                    | 1,579          |
|                                                   | — Chaîne de parure, en or au même titre, du poids de 2 onces (61g,19), et du prix de 250 f., non compris le contrôle. —                                                                                                                                                                           | 1,552          |
| Platine pur, à 898 f. 98 c. le kil.               | — Capsule en platine pour les laboratoires de chimie, du poids de 122g,38, et du prix de 114 f., ce qui fait 931 f. 60 c. le kil.<br>Dans le nombre 1,036 ne se trouve pas compris l'accroissement de valeur, qui résulte de la purification du platine, objet principal en ce genre d'industrie. | 1,036          |

*Conversion du fer brut, en fer ouvré.*

Parmi les produits qui viennent d'être indiqués, comme donnant aux métaux bruts un accroissement de valeur, plus ou moins considérable, il en est un grand nombre qui sont l'objet d'une fabrication très-active dans les ateliers de la France : c'est ce que nous aurons occasion de voir dans la seconde partie de ce rapport. Bornons-nous à remarquer ici, d'après les états dressés pour l'année 1826, les quantités de fer que l'industrie française convertit en marchandises de l'usage le plus fréquent.

En 1826, sur le total de fer en barres qui fut obtenu dans l'ensemble des forges de la France, on a fabriqué les quantités de produits, que nous allons présenter sans double emploi :

1<sup>o</sup>. *Produit en fer de martin et de fenderie, en 1826.*

| INSPECTIONS des Mines. (Voy. p. 416.) | Fer martiné. | Fer de fenderie. | Gros outils et Essieux. | Objets de taillanderie. |
|---------------------------------------|--------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                       | quint. mét.  | quint. mét.      | quint. mét.             | quint. mét.             |
| 1 <sup>re</sup> .                     | 1.200        | 40.923           | 1.016                   | 10                      |
| 2 <sup>e</sup> .                      | 21.563       | 110.692          | 5.020                   | 7.565                   |
| 3 <sup>e</sup> .                      | 35.629       | 68.315           | 15.564                  | 2.273                   |
| 4 <sup>e</sup> .                      | 19.007       | 52.020           | »                       | »                       |
| 5 <sup>e</sup> .                      | 19.679       | 7.991            | 4.690                   | »                       |
| TOTAUX...                             | 97.078       | 279.941          | 26.290                  | 9.848                   |

2<sup>o</sup>. *Produit en fer manufacturé, en 1826.*

| DÉPARTEMENTS.                          | Tôle, et Fers-noirs. | Fer-blanc.  | Fil de fer. | Faulx.      | Limes et Râpes. |
|----------------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
|                                        | quint. mét.          | quint. mét. | quint. mét. | quint. mét. | quint. mét.     |
| 1 <sup>re</sup> . Insp <sup>on</sup> . |                      |             |             |             |                 |
| Seine.....                             | 6.310                | »           | »           | »           | 280             |
| Seine-et-Oise..                        | »                    | »           | »           | »           | 163             |
| Loiret.....                            | »                    | »           | »           | »           | 190             |
| Indre-et-Loire.                        | »                    | »           | »           | »           | 1.750           |
| 2 <sup>e</sup> .                       |                      |             |             |             |                 |
| Orne.....                              | »                    | »           | 4.200       | »           | »               |
| Eure.....                              | »                    | »           | 2.300       | »           | »               |
| Oise.....                              | 800                  | 5.000       | »           | »           | »               |
| Aisne.....                             | 3.845                | »           | »           | »           | »               |
| Ardennes.....                          | 17.087               | 445         | 500         | 16          | »               |
| 3 <sup>e</sup> .                       |                      |             |             |             |                 |
| Moselle.....                           | 1.605                | 5.920       | »           | »           | »               |
| Bas-Rhin.....                          | »                    | »           | »           | 27          | 648             |
| Vosges.....                            | 2.820                | 6.160       | 14.230      | »           | »               |
| Haut-Rhin....                          | »                    | »           | 4.880       | 40          | »               |
| Haute-Saône..                          | 10.110               | 4.600       | 11.500      | »           | »               |
| Haute-Marne..                          | 898                  | »           | 500         | »           | 180             |
| Côte-d'Or.....                         | 2.800                | »           | 1.300       | »           | »               |
| Nièvre.....                            | 14.000               | 5.900       | »           | »           | 230             |
| Allier.....                            | »                    | »           | 270         | »           | »               |
| Saône-et-Loire.                        | 1.262                | »           | »           | »           | »               |
| 4 <sup>e</sup> .                       |                      |             |             |             |                 |
| Loire.....                             | »                    | »           | »           | »           | 645             |
| Doubs.....                             | 821                  | 3.700       | 27.060      | 284         | »               |
| Jura.....                              | 2.150                | »           | 10.200      | 227         | »               |

| DÉPARTEMENTS.                         | Tôle,<br>et Fers-<br>noirs. | Fer-<br>blanc. | Fil<br>de fer. | Faulx.      | Limes<br>et<br>Râpes. |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|-------------|-----------------------|
|                                       | quint. mét.                 | quint. mét.    | quint. mét.    | quint. mét. | quint. mét.           |
| 5 <sup>e</sup> . Inspo <sup>n</sup> . |                             |                |                |             |                       |
| Aude.....                             | »                           | »              | »              | »           | 3                     |
| Ariège.....                           | »                           | »              | »              | 414         | 150                   |
| Haute-Garonne                         | »                           | »              | »              | 759         | 600                   |
| TOTAUX..                              | 64.508                      | 31.725         | 76.940         | 1.767       | 4.769                 |

La quantité totale de fer, que contient l'ensemble de ces diverses marchandises, est à peu près de 592.866 quintaux métriques, d'après la somme de leurs poids. (*Voy. 1<sup>o</sup>. et 2<sup>o</sup>. ci-dessus.*)

La valeur de cette quantité de fer serait de 33.200.496 fr., d'après le prix énoncé du métal brut (*voy. p. 465*); mais, d'après les accroissemens de valeur, que le métal brut a reçus dans les diverses marchandises, on peut calculer, en prenant le terme moyen des différentes qualités, que la valeur vénale de ces produits, considérés en fabrique, fut telle qu'il suit:

|                                                              |                 |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|
| Fers martinés. . . . .                                       | 6.360.550 fr.   |
| Fers de fonderie. . . . .                                    | 17.244.365      |
| Gros outils et Essieux. . . . .                              | 4.593.388       |
| Objets de taillanderie. . . . .                              | 1.869.544       |
| Tôle et Fers-noirs. . . . .                                  | 5.490.920       |
| Fer-blanc. . . . .                                           | 3.855.222       |
| Fil de fer. . . . .                                          | 9.996.044       |
| Faulx. . . . .                                               | 506.634         |
| Limes et Râpes. . . . .                                      | 1.940.983       |
| Valeur totale des produits fabriqués..                       | 51.857.650      |
| Si l'on en soustrait la valeur du métal<br>brut, ci. . . . . | 33.200.496      |
| Il reste. . . . .                                            | 18.657.154 fr., |

nombre qui exprime l'accroissement de valeur que le métal brut a reçu dans l'ensemble de ces produits usuels.

Ainsi, 1<sup>o</sup>. dans ce même ensemble de produits, la valeur du métal brut est à la valeur du métal ouvré, comme 1 : 1,56.

2<sup>o</sup>. Comparativement à la quantité totale de fer en barres, qui est obtenue dans les forges de la France (1.480.080 quintaux métriques valant 79.101.520 fr., *voy. p. 442*), la quantité des produits fabriqués, dans les sortes susénoncées de marchandises, est, sauf les déchets de fabrication, les 0,40 de la première quantité; elle en devient les 0,46, si l'on admet un déchet moyen de 15 pour 100, sur l'ensemble des sortes.

On est donc porté à croire que, sur la quantité totale de fer brut, qui est annuellement obtenue en France, un peu moins de la moitié est employé pour la fabrication des divers produits qui viennent d'être indiqués, et un peu plus de la moitié reste disponible pour les autres besoins de l'agriculture, des constructions quelconques, et en général, de tous les arts.

*Commerce des métaux ouvrés, entre la France et les pays étrangers.*

Malgré l'activité dont jouit l'industrie métallurgique en France, il est encore plusieurs objets de première nécessité qui donnent lieu à une importation de produits étrangers, plus considérable que n'est l'exportation des produits français de même sorte : tels sont les faulx, les limes, les scies, le fer-blanc, les outils de fer rechargé d'acier; tels sont encore les outils de pur acier, la céruse, le zinc laminé, le vermillon et l'orpiment. D'autres objets, au contraire, sont exportés de France en plus grande quantité qu'ils n'y sont importés : tels sont les ouvrages en plomb, en cuivre, en laiton, en bronze, en étain, les ca-



ractères d'imprimerie, la fonte de fer moulée, les faucilles et instrumens aratoires, la tôle, le fil de fer, la coutellerie, les outils de pur fer, les armes, le vitriol vert, les ouvrages d'or ou d'argent, et le plaqué.

Le Tableau ci-après, N<sup>o</sup>. 4, qui est dressé d'après les états des douanes, fera voir quelle fut la situation de l'industrie française dans les deux années 1822 et 1826, relativement à l'importation et à l'exportation des produits fabriqués avec les métaux.

Sur ce tableau, on remarquera les faits suivans:

1<sup>o</sup>. En 1826, la valeur de l'exportation des métaux ouvrés, y compris les ouvrages d'or et d'argent, présenta une somme totale de . . . . . 18.876.515 fr.  
La valeur de l'importation (*idem*) . . . . . 5.147.920

Différence à l'avantage de l'exportation. 13.728.595 fr.

Si l'on soustrait, tant de l'exportation que de l'importation, les ouvrages d'or et d'argent dont la valeur est pour l'exportation 12.084.000 fr., et pour l'importation 73.900, il reste, pour valeur de l'exportation des métaux ouvrés, non compris les ouvrages d'or et d'argent. 6.792.515 fr.  
— pour valeur de l'importation (*idem*) . . . 5.073.930

Différence à l'avantage de l'exportation. . 1.718.585 fr.

On voit donc que la différence de l'exportation à l'importation, des métaux ouvrés, est à l'avantage de la France, même en faisant abstraction des ouvrages d'or et d'argent, qui, pour le royaume, sont les principaux objets de l'exportation des métaux ouvrés; mais il ne faut pas perdre de vue, que cette différence favorable est absorbée, et bien au-delà, par celle qui résulte de l'importation des métaux bruts, comparée avec leur exportation.

En effet, notre Tableau N<sup>o</sup>. 2 indique ce qui suit (*voy.* p. 424) :

En 1826, d'après le terme moyen de quatre années, l'importation des métaux bruts, non compris l'or, l'argent, et le platine, fut une valeur de . . . . . 20.985.505 fr.  
L'exportation (*idem*) . . . . . 363.185

Différence à l'avantage de l'importation. 20.622.320 fr.  
L'importation de l'or, de l'argent, et du platine, fut de . . . . . 216.648.391  
L'exportation (*idem*) . . . . . 124.611.372

Différence à l'avantage de l'importation. 92.037.019 fr.  
En ajoutant la différence relative aux autres métaux bruts (*voy.* ci-dessus), ci. . . . . 20.622.320

On trouve le total. . . . . 112.659.339 fr.  
nombre qui exprime l'excès de l'importation sur l'exportation, des métaux bruts.

Si de ce nombre on soustrait la différence à l'avantage de l'exportation des métaux ouvrés, ci. . . . . 13.728.595

Il reste. . . . . 98.930.744 fr.

Ce reste fait voir qu'il sort annuellement de France, pour les métaux que le Royaume tire des pays étrangers, une valeur en autres marchandises, qui correspond à peu près à 100 millions de francs.

Ainsi, à l'égard des métaux bruts, les produits du Royaume sont loin de suffire à ses besoins. On peut en conclure qu'un vaste champ reste encore ouvert à l'industrie française dans l'exploitation des mines et dans la métallurgie.

2<sup>o</sup>. En ce qui concerne ceux des métaux ouvrés à l'égard desquels la différence est à l'avantage de l'importation, le tableau suivant nous montre que, pour plusieurs d'entre eux, cette différence défavorable s'est accrue depuis quatre

ans, par exemple, pour les limes, les scies et le fer-blanc, tandis qu'elle a diminué pour les faux et les outils de fer rechargé d'acier. On voit par là ce qu'il reste encore à faire à l'industrie française.

3°. Quant à ceux des métaux ouvrés à l'égard desquels la différence est à l'avantage de l'exportation, cette différence favorable s'est accrue depuis quatre ans, pour les ouvrages en plomb, en cuivre, en étain, pour le laiton filé, pour la fonte moulée, les faucilles, le fil de fer, les outils de pur fer, les armes blanches de luxe, les armes à feu de traite, et pour les ouvrages d'or ou d'argent, tandis qu'elle a diminué pour la tôle, la coutellerie, les armes blanches de traite, les armes à feu de luxe, et le plaqué.

Ces faits indiquent assez quels sont les genres de fabrication qu'il sera juste de récompenser, comme donnant lieu à une exportation avantageuse, et quels sont les genres qu'il sera utile d'encourager, comme approchant plus ou moins de ce but. Outre ces données générales, il conviendra de prendre en considération l'espèce, la quantité, la qualité, la destination et le prix des produits fabriqués dans tel ou tel atelier français, comme des données spéciales que l'on pourra combiner avec les précédentes, pour apprécier le mérite particulier de chacun des fabricans dont les produits sont exposés en 1827. De ces mêmes faits on pourra déduire encore d'autres conséquences qui ne seront peut-être pas sans intérêt pour les spéculations de l'industrie et du commerce, dans un moment où elles se portent avec tant d'activité sur les entreprises métallurgiques.

ant les années 1822 et 1826.

|      | TAUX D'ÉVALUATION<br>DES DOUANES,<br>en 1826,<br>par quintal métrique. |              | VALEUR<br>de<br>l'Importation<br>en<br>1826. | VALEUR<br>de<br>l'Exportation<br>en<br>1826. |
|------|------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|      | Importation.                                                           | Exportation. |                                              |                                              |
| riq. | fr.                                                                    | fr.          | fr.                                          | fr.                                          |
| 65   | 55                                                                     | 55           | 55                                           | 64.130                                       |
| 101  | 100                                                                    | 130          | 900                                          | 92.300                                       |
| »    | 73                                                                     | 73           | 924.983                                      | 2.263                                        |
| 102  | 240                                                                    | 320          | 25.200                                       | 802.340                                      |
| 14   | »                                                                      | 380          | »                                            | 5.320                                        |
| 5    | 280                                                                    | 280          | 30.520                                       | 31.920                                       |
| 131  | 830                                                                    | 300          | 14.940                                       | 44.700                                       |
| »    | 80                                                                     | 80           | 7.600                                        | 2.880                                        |
| 6    | »                                                                      | 350          | »                                            | 2.100                                        |
| 6    | »                                                                      | 350          | »                                            | 2.100                                        |
| 276  | »                                                                      | 300          | »                                            | 82.800                                       |
| »    | 3.000                                                                  | 8.250        | 300.000                                      | 825.000                                      |
| »    | 900                                                                    | 3.900        | 41.400                                       | 42.900                                       |
| 206  | 400                                                                    | 450          | 3.600                                        | 96.750                                       |
| »    | 525                                                                    | 750          | 16.275                                       | 6.000                                        |
| »    | 90                                                                     | 110          | 11.430                                       | 1.210                                        |
| 018  | »                                                                      | 35           | »                                            | 350.630                                      |
| »    | 300                                                                    | 400          | 962.100                                      | 43.200                                       |
| 294  | 400                                                                    | 500          | 109.600                                      | 284.000                                      |
| »    | 250                                                                    | 315          | 755.750                                      | 1.575                                        |
| »    | 350                                                                    | 500          | 274.050                                      | 11.000                                       |
|      |                                                                        |              | 76.500                                       | 6.615                                        |

années 1827 et 1828

|     | 1827  | 1828  | 1827   | 1828    |
|-----|-------|-------|--------|---------|
| 103 |       | 10    |        | 191.000 |
| 223 | 340   | 310   | 43.300 | 122.120 |
| 312 | »     | 370   | »      | 83.000  |
| 324 | »     | 410   | 9.280  | 123.110 |
| 121 | 2.200 | 2.200 | 21.200 | 122.000 |
| 120 |       | 00    |        | 102.100 |

N°. 4. TABLEAU concernant le commerce extérieur des métaux ouvrés, pendant les années 1822 et 1826.

| MÉTAUX OUVRÉS.                                                | ANNÉE 1822. |             | ANNÉE 1826. |             | DIFFÉRENCE A L'AVANTAGE DE |          |                |          | TAUX D'ÉVALUATION                           |              | VALEUR de l'Importation en 1826. | VALEUR de l'Exportation en 1826. |
|---------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|----------|----------------|----------|---------------------------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                                               | IMPORTATION | EXPORTATION | IMPORTATION | EXPORTATION | L'IMPORTATION.             |          | L'EXPORTATION. |          | DES DOUANES, en 1826, par quintal métrique. |              |                                  |                                  |
|                                                               |             |             |             |             | en 1822.                   | en 1826. | en 1822.       | en 1826. | Importation.                                | Exportation. |                                  |                                  |
|                                                               |             |             |             |             |                            |          |                |          |                                             |              |                                  |                                  |
| Plomb battu ou laminé.....                                    | 37          | 367         | 1           | 1.166       | »                          | »        | 330            | 1.165    | 55                                          | 55           | 55                               | 64.130                           |
| — ouvré de toute sorte.....                                   | 7           | 632         | 9           | 710         | »                          | »        | 625            | 701      | 100                                         | 130          | 900                              | 92.300                           |
| Céruse ( blanc de plomb).....                                 | 12.713      | 53          | 12.671      | 31          | 12.660                     | 12.640   | »              | »        | 73                                          | 73           | 924.983                          | 2.263                            |
| Cuivre battu ou laminé.....                                   | 180         | 552         | 105         | 2.507       | »                          | »        | 372            | 2.402    | 240                                         | 320          | 25.200                           | 802.340                          |
| — filé.....                                                   | 16          | 21          | »           | 14          | »                          | »        | 5              | 14       | »                                           | 380          | »                                | 5.320                            |
| Laiton battu ou laminé.....                                   | 206         | 13          | 109         | 114         | 193                        | »        | »              | 5        | 280                                         | 280          | 30.520                           | 31.920                           |
| — filé.....                                                   | 19          | 25          | 18          | 149         | »                          | »        | 6              | 131      | 830                                         | 300          | 14.940                           | 44.700                           |
| Zinc laminé.....                                              | 175         | 469         | 95          | 36          | »                          | 59       | 294            | »        | 80                                          | 80           | 7.600                            | 2.880                            |
| — ouvré.....                                                  | »           | 2           | »           | 6           | »                          | »        | 2              | 6        | »                                           | 350          | »                                | 2.100                            |
| Étain battu ou laminé.....                                    | »           | 3           | »           | 6           | »                          | »        | 3              | 6        | »                                           | 350          | »                                | 2.100                            |
| — ouvré.....                                                  | »           | 215         | »           | 276         | »                          | »        | 215            | 276      | »                                           | 300          | »                                | 82.800                           |
| Bronze doré, ouvré de toute sorte..                           | 98          | 114         | 100         | 100         | »                          | »        | 16             | »        | 3.000                                       | 8.250        | 300.000                          | 825.000                          |
| — argenté, ouvré de toute sorte..                             | 196         | 5           | 46          | 11          | 191                        | 35       | »              | »        | 900                                         | 3.900        | 41.400                           | 42.900                           |
| Caractères d'imprimerie.....                                  | 6           | 279         | 9           | 215         | »                          | »        | 273            | 206      | 400                                         | 450          | 3.600                            | 96.750                           |
| Vermillon (sulfure de mercure)...                             | 85          | 8           | 31          | 8           | 77                         | 23       | »              | »        | 525                                         | 750          | 16.275                           | 6.000                            |
| Orpiment et Réalgar ( sulfure d'arsenic, jaune ou rouge)..... | 62          | 6           | 127         | 11          | 56                         | 116      | »              | »        | 90                                          | 110          | 11.430                           | 1.210                            |
| Fonte moulée.....                                             | 466         | 8.594       | prohibée.   | 10.018      | »                          | »        | 8.128          | 10.018   | »                                           | 35           | »                                | 350.630                          |
| Faulx.....                                                    | 3.288       | 65          | 3.207       | 108         | 3.223                      | 3.099    | »              | »        | 300                                         | 400          | 962.100                          | 43.200                           |
| Faucilles et instrumens aratoires...                          | 304         | 395         | 274         | 568         | »                          | »        | 91             | 294      | 400                                         | 500          | 109.600                          | 284.000                          |
| Limes et Râpes, communes.....                                 | 2.246       | 10          | 3.023       | 5           | 2.236                      | 3.018    | »              | »        | 250                                         | 315          | 755.750                          | 1.575                            |
| — fines.....                                                  | 334         | 4           | 783         | 22          | 330                        | 761      | »              | »        | 350                                         | 500          | 274.050                          | 11.000                           |
| Scies communes.....                                           | 93          | »           | 306         | 21          | 93                         | 285      | »              | »        | 250                                         | 315          | 76.500                           | 6.615                            |
| — fines.....                                                  | 138         | »           | 198         | 14          | 138                        | 184      | »              | »        | 350                                         | 450          | 69.300                           | 6.300                            |
| Tôle.....                                                     | 96          | 152         | 137         | 163         | »                          | »        | 56             | 26       | 85                                          | 100          | 11.645                           | 16.300                           |
| Fer-Blanc.....                                                | 2.398       | 105         | 3.575       | 61          | 2.293                      | 3.514    | »              | »        | 110                                         | 150          | 393.250                          | 9.150                            |
| Fil de fer.....                                               | 2           | 2.249       | 25          | 2.425       | »                          | »        | 2.247          | 2.400    | 110                                         | 100          | 2.750                            | 242.500                          |
| Coutellerie.....                                              | prohibée.   | 1.498       | prohibée.   | 1.112       | »                          | »        | 1.498          | 1.112    | »                                           | 1.200        | »                                | 1.334.400                        |
| Outils de pur fer.....                                        | 74          | 1           | 151         | 383         | 73                         | »        | »              | 232      | 200                                         | 260          | 30.200                           | 99.580                           |
| — de fer rechargé d'acier.....                                | 1.242       | 4           | 1.309       | 744         | 1.238                      | 565      | »              | »        | 250                                         | 330          | 327.250                          | 245.520                          |
| — de pur acier.....                                           | 262         | »           | 477         | 140         | 262                        | 337      | »              | »        | 400                                         | 520          | 190.800                          | 72.800                           |
| — de cuivre ou de laiton.....                                 | 6           | »           | 5           | 31          | 6                          | »        | »              | 26       | 420                                         | 500          | 2.100                            | 15.500                           |
| Armes blanches de traite.....                                 | prohibée.   | 70          | prohibée.   | 37          | »                          | »        | 70             | 37       | »                                           | 500          | »                                | 18.500                           |
| — de luxe.....                                                | 18          | 212         | 53          | 420         | »                          | »        | 194            | 367      | 700                                         | 1.800        | 37.100                           | 756.000                          |
| Armes à feu de traite.....                                    | prohibée.   | 500         | prohibée.   | 1.132       | »                          | »        | 500            | 1.132    | »                                           | 450          | »                                | 509.400                          |
| — de luxe.....                                                | 127         | 448         | 226         | 323         | »                          | »        | 321            | 97       | 2.000                                       | 1.500        | 452.000                          | 484.500                          |
| Vitriol vert ( sulfate de fer).....                           | 73          | 2.059       | 47          | 3.222       | »                          | »        | 1.986          | 3.175    | 56                                          | 56           | 2.632                            | 180.432                          |
| Or battu, tiré, laminé et filé.....                           | kil.        | 628         | kil.        | 1.986       | kil.                       | kil.     | 628            | 1.986    | par kil.                                    | par kil.     | »                                | 3.515.220                        |
| Argent, idem.....                                             | 11          | 152         | »           | 180         | »                          | »        | 141            | 180      | »                                           | 600          | »                                | 108.000                          |
| Bijouterie d'or ou de vermeil.....                            | 5           | 482         | 5           | 756         | »                          | »        | 477            | 751      | 5.500                                       | 5.500        | 27.500                           | 4.158.000                        |
| — d'argent.....                                               | 1           | 281         | 7           | 391         | »                          | »        | 280            | 384      | 470                                         | 470          | 3.290                            | 183.770                          |
| Orfèvrerie d'or ou de vermeil.....                            | 1           | 144         | »           | 275         | »                          | »        | 143            | 275      | »                                           | 340          | »                                | 93.500                           |
| — d'argent.....                                               | 38          | 2.657       | 180         | 3.702       | »                          | »        | 2.619          | 3.522    | 240                                         | 240          | 43.200                           | 888.480                          |
| Plaqué d'argent.....                                          | »           | 403.551     | »           | 313.703     | »                          | »        | 403.551        | 313.703  | »                                           | 10           | »                                | 3.137.030                        |

Relativement à l'importation : à l'exportation :

\* Total de valeur des métaux ouvrés, non compris Or, Argent, et Plaqué..... 5.073.930 fr. | 6.792.515 fr. } TOTAUX..... 5.147.920 | 18.876.515  
des ouvrages en Or, Argent, et Plaqué..... 73.990 | 12.084.000



parmi lesquels sept appartiennent à des fabriques situées dans le département de la Seine.

Du cuivre laminé en feuilles de grandes dimensions, des planches du même métal, des fonds de chaudière emboutis au martinet, des feuilles de doublage, des clous et des tringles pour le service de la marine, sont présentés par trois établissemens, qui existent, l'un dans le département de la Nièvre, à Imphy, l'autre, dans le département de la Haute-Garonne, à Toulouse, et le troisième, dans le département de l'Isère, à Pont-l'Évêque, près Vienne.

Les sept fabriques susmentionnées du département de la Seine ont exposé du cuivre rouge laminé, des lingots et des barres de cuivre préparés pour les divers besoins des arts, un cylindre en cuivre rouge ajusté sur un axe mobile, et propre à recevoir la gravure pour servir ensuite à l'impression des toiles, d'autres cylindres du même genre en cuivre allié, qui sont propres, les uns à la gravure, les autres au guillochage, divers ustensiles en cuivre battu, tels que moules, bassinoires et bouilloires à thé, des bustes du même métal repoussés au marteau, et des cafetières exécutées au tour par un nouveau procédé.

Laiton. De belles feuilles de laiton, ou cuivre jaune, proviennent de l'usine de Pont-l'Évêque, près Vienne (Isère).

Zinc. Deux envois de zinc figurent parmi les produits exposés; l'un provient de l'usine de Pont-l'Évêque (Isère); il consiste en planches de zinc laminé; l'autre provient du département de la Seine; il comprend divers objets fabriqués avec ce métal.

Étain. Un seul envoi d'étain se fait remarquer à l'Ex-

position : c'est un produit du département de la Seine; il consiste en une feuille d'étain, de très-grandes dimensions, pour l'étamage des glaces, en planches destinées à la gravure de la musique, et en paillons colorés, ou feuilles minces d'étain.

Seize envois d'ouvrages en bronze sont exposés par le département de la Seine : parmi ces nombreux produits, on distingue des candélabres et des lustres, des ornemens d'Église, des surtouts de table, des bustes et des statues, des pendules, des ornemens pour meubles, des galeries de cheminée, un lit en bronze, divers ouvrages ciselés et divers objets de bijouterie en bronze doré. Outre cela, quatre envois de cloches, de carillons et de timbres en bronze sont présentés par le département de la Seine.

Bronze.

Vingt-six envois de produits en fonte de fer proviennent de dix départemens. Onze de ces envois sont présentés par les départemens du Cher, de la Nièvre, de l'Eure, d'Eure-et-Loir, de la Manche, du Jura, du Haut-Rhin et du Bas-Rhin; ils consistent en échantillons de fonte propre au moulage, en pièces de machines, en moyens de construction pour les hauts-fourneaux, en lits, marmites, chenets, boîtes de roues, médailles, et autres objets exécutés en fonte moulée. Un autre envoi est adressé par le département de l'Isère comme un résultat d'essais récemment tentés : c'est de la fonte brute, qui a été obtenue d'un haut-fourneau établi à Vizille pour la fusion du minerai de fer par le moyen de l'anthracite (houille sèche), employée comme combustible.

Fonte de fer.

Les quatorze autres envois de fonte de fer sont les produits d'ateliers situés dans le département

de la Seine. Parmi ces nombreux objets, on remarque un moyeu de roue d'engrenage de très-grandes dimensions, qui a été exécuté dans la fonderie de Charenton près Paris, diverses autres pièces de machines, des roues d'engrenage, des cylindres de laminoir, des foyers de cheminée, des balcons, des statues, des candélabres, une console, une borne, des mortiers en fonte de fer moulée, des marmites, des chenets, des médailles, des bijoux et divers autres objets d'ornement exécutés avec la même matière.

Fer. Onze envois de fer en barres, en verges et en rubans, de fers ronds, et de fers diversement façonnés, sont adressés à l'Exposition par dix départemens (Lot-et-Garonne, Haute-Vienne, Cher, Nièvre, Indre, Loire-Inférieure, Doubs, Bas-Rhin, Meuse, Seine).

Une grande partie de ces produits très-variés provient d'établissements qui n'ont été formés en France, ou mis en grande activité, que depuis l'Exposition de 1823, et dans lesquels on convertit la fonte en fer par le moyen de la houille, avec le secours du laminoir; tels sont les fers que présentent les forges de la Basse-Indre (Loire-Inférieure), de Fourchambault (Nièvre), de Moncey (Doubs), d'Abainville (Meuse), de Charenton (Seine) et du Creusot (Saône-et-Loire).

Les autres produits en fer forgé ont été obtenus par le moyen du charbon de bois et du marteau; tels sont, des fers en verges pour la clouterie, produits du département de l'Indre; des bandes d'affût de siège, et du fer affiné par la méthode catalane, du département de Lot-et-Garonne; des fers de différens échantillons, des départemens de la Haute-Vienne et du Bas-Rhin; des fers en barres de petites dimensions, et une em-

bature de roue, percée à froid par le moyen d'une machine, produits du département du Cher.

Vingt envois d'acier proviennent de treize départemens (Ariège, Haute-Garonne, Aude, Isère, Nièvre, Orne, Indre-et-Loire, Loiret, Côte-d'Or, Doubs, Haute-Saône, Bas-Rhin, Seine).

Parmi ces produits, on distingue l'acier naturel, l'acier fondu, et l'acier cimenté.

L'acier naturel est raffiné pour broches de filatures, coins, matrices et burins, dans le département de la Côte-d'Or; pour faulx et limes, dans le département de l'Ariège; pour outils et armes blanches, dans le département du Bas-Rhin; pour ressorts de voitures, dans le département de l'Isère et ailleurs; pour limes, outils et coutellerie, dans le département de la Haute-Saône; pour la fabrication des filières, dans le département de l'Orne.

L'acier fondu est employé dans le département du Bas-Rhin pour la fabrication des faulx, des limes et des ressorts; le département de la Seine présente aussi de l'acier fondu, qui provient de deux ateliers situés, l'un à Bercy, l'autre à Bougival (Seine-et-Oise).

Enfin, les produits en acier, qui sont adressés à l'Exposition par plusieurs autres départemens susmentionnés (tels que Haute-Garonne, Aude, Indre-et-Loire, Loiret), consistent en aciers cimentés et corroyés, qui sont propres à la fabrication des limes, des faulx, des outils et de la coutellerie.

Huit envois de faulx ont été adressés par cinq départemens (Haute-Garonne, Ariège, Puy-de-Dôme, Bas-Rhin, Doubs); ce dernier présente seul quatre envois. Dans plusieurs des manufactures de faulx, on prépare direc-

Acier.

Faulx.

tement l'acier qui est employé pour cette importante fabrication.

Limes  
et râpes.

Dix-huit envois de limes et râpes proviennent de onze départemens ( Pyrénées-Orientales, Aude, Ariège, Haute-Garonne, Puy-de-Dôme, Nièvre, Indre-et-Loire, Loiret, Seine, H<sup>te</sup>-Marne, Bas-Rhin).

Ce nombre d'envois distincts comprend les produits de plusieurs grands établissemens où l'on fabrique l'acier, et ceux de plusieurs manufactures de limes, dans lesquelles on emploie l'acier tiré du commerce.

Parmi les grands ateliers de ce genre, qui préparent l'acier qu'ils emploient, on distingue la fabrique de limes qui existe dans le département d'Indre-et-Loire, à Amboise, celle de Toulouse (Haute-Garonne), celles de Pamiers et de Foix (Ariège), celle des forges de Gincla (Aude), celles de Cholet et de Raveau (Nièvre), celle de Molsheim (Bas-Rhin).

Quant aux autres fabriques de limes, dont les produits sont exposés, l'acier qu'elles emploient provient, en général, d'autres usines, et principalement d'usines françaises. C'est ainsi, par exemple, qu'une fabrique de limes établie à Brevannes (Haute-Marne) tire l'acier de Rive (Isère), de Pont-du-Bois (Haute-Saône), de la Hütte (Vosges), de la Bérardièrre et de Trablaine (Loire) et de Bart (Doubs); cette fabrique n'ajoute aux matières premières que lui fournissent les usines françaises, qu'une petite quantité d'acier tiré de l'Angleterre.

Scies.

Cinq envois de scies sont adressés par quatre départemens (Puy-de-Dôme, Seine, Doubs, Bas-Rhin); ce dernier a envoyé les produits de deux fabriques situées, l'une à Molsheim, l'autre à Zornhoff.

Les produits de ce genre consistent en scies laminées et trempées, c'est-à-dire, battues à froid, en scies martinées et demi-trempées, scies-resorts, scies pour mécaniques, scies de forme circulaire, scies pour scieurs de long, et autres.

Cinq envois de tôles laminées et de fers-noirs ou de tôles en caisses proviennent de trois départemens (Haute-Saône, Côte-d'Or, Nièvre); ce dernier présente les produits de trois fabriques de ce genre, qui existent à Imphy, à Pont-Saint-Ours et à Raveau.

Tôle.

L'établissement d'Imphy expose de grandes feuilles de tôle de fer, et des fonds de chaudière en fer battu, de grandes dimensions; celui de Pont-Saint-Ours, de la tôle de fer laminée, et des fers-noirs; celui de Raveau, une grande feuille de tôle d'acier.

L'usine de la Chaudéau (Haute-Saône) présente aussi des tôles laminées de grandes dimensions et des tôles très-minces; l'usine de Bèze (Côte-d'Or), des tôles de fer et d'acier.

Nous aurons occasion de revenir sur les produits de ces fabriques, en considérant les fers-blancs, ou tôles étamées, qui figurent aussi parmi leurs produits.

Divers ouvrages en tôle repoussée au marteau, tels que figures et tableaux en relief, sont exposés par deux ateliers situés, l'un dans le département des Bouches-du-Rhône, l'autre dans le département de la Seine, à Paris. Ces ouvrages attestent la bonne qualité de la tôle française.

Cinq envois de fer-blanc sont présentés par trois départemens (Vosges, H<sup>te</sup>-Saône, Nièvre); chacun de ces deux derniers a fait deux envois distincts.

Fer-blanc.

A côté des produits envoyés par les établissemens de ce genre, on a exposé aux regards du

public différens objets, tels que des calottes hémisphériques, et d'autres ouvrages, que le Jury central a fait exécuter avec le fer-blanc qui provient de chacune des manufactures, afin de pouvoir les comparer entre elles, d'après les résultats de ces essais.

L'usine de Bains (Vosges), présente de grandes feuilles de fer-blanc, fabriquées à l'aide du laminoir.

L'usine de Pont-sur-l'Ognon (Haute-Saône) expose des fers-blancs *brillans*; celle de la Chaudéau, située dans le même département, des feuilles de fer-blanc laminé, de grandes dimensions.

L'usine d'Imphy et l'usine de Pont-Saint-Ours (Nièvre) présentent les différentes sortes de fer-blanc, qui sont connues sous les noms de brillant, de clinquant, de terne, et de fer-blanc propre à emboutir.

Un fabricant établi à Paris a exposé des ouvrages en fer-blanc, tels que moules à pâtisserie et autres objets en relief, qui prouvent la ductilité des fers-blancs que l'on obtient aujourd'hui en France, exclusivement à l'aide du laminoir.

Tréfileries. Dix envois de fil de fer, d'acier, de laiton, de cuivre, de cordes métalliques, et d'ouvrages en fil de fer, proviennent de sept départemens (Vosges, Doubs, Eure, Orne, Nièvre, Oise, Seine);

Les fils de fer sont exposés par quatre de ces départemens (Vosges, Doubs, Eure, Orne);

Le fil d'acier, par deux départ<sup>s</sup>. (Seine, Nièvre);

Le fil de laiton, par deux autres (Eure, Orne);

Des fils à cardes, et pour toiles métalliques, par le département de l'Oise;

Du fil de cuivre, par le département de l'Orne;

Des cordes métalliques pour pianos, et des ouvrages en fil de fer, par le départem<sup>t</sup>. de la Seine.

Un envoi d'aiguilles provient d'une manufacture établie à l'Aigle, dans le département de l'Orne. Aiguilles.

Douze envois de plaques et rubans de cardes pour la fabrication des étoffes sont présentés par six départemens (Haut-Rhin, Nord, Eure, Oise, Seine-et-Oise, Seine); ce dernier expose les produits de cinq fabriques de ce genre, dont quatre sont établies à Paris, et une à Saint-Denis. Cardes.

Sept envois de peignes et rots pour le tissage des étoffes proviennent d'ateliers situés dans le département de la Seine, à Paris, et dans le département du Rhône, à Lyon. Peignes et rots.

Deux envois d'alènes et poinçons pour cordonniers et selliers sont les produits de deux fabriques qui existent dans le département de la Meurthe, l'une à Saint-Sauveur, et l'autre à Badonvilliers. Alènes.

Sept envois de toiles et tissus métalliques en fer, en cuivre et en laiton, sont adressés par trois départemens (Bas-Rhin, Nord, Seine); ce dernier expose les produits de cinq ateliers situés à Paris. Toiles métalliques.

Cinq envois de clous en fer et en cuivre, de clous d'épingle, et de clous fabriqués à froid par des procédés mécaniques, proviennent de cinq départemens (Jura, Haut-Rhin, Meurthe, Nord, Eure). Clouterie.

Quatre envois d'acier poli et de bijouterie d'acier sont exposés par le département de la Seine; Acier poli.

Dix-sept envois d'ouvrages de serrurerie, par quatre départem<sup>s</sup>. (Htes.-Alpes, Ht.-Rhin, Moselle, Seine); ce dernier présente treize de ces envois; ils consistent en secrétaires ou en coffres-forts de fer, en ferrures employées dans la voiture du Sacre du Roi, en châssis de tôle pour fenêtres, en châssis de fenêtre à tabatière, en une machine Serrurerie.



à forer les métaux, en serrures et cadenas à combinaisons, en une porte de sûreté, et en un modèle d'atelier de serrurerie.

Coutellerie.

Quarante-neuf envois de coutellerie font partie de l'Exposition; ils sont présentés par six départemens : par la Seine, au nombre de 30; — Puy-de-Dôme, 14; — Vienne, 2; — H<sup>te</sup>-Vienne, 1; — Vosges, 1; — Manche, 1.

Les produits des trente fabriques du département de la Seine, qui sont exposés, consistent en rasoirs, taille-plumes, instrumens de chirurgie et autres objets de coutellerie, tant fine que commune.

Les quatorze fabriques du Puy-de-Dôme, établies à Thiers et à Saint-Remy, ont envoyé des couteaux, des rasoirs et d'autres ouvrages du même genre.

Les deux fabriques de la Vienne, situées à Châtellerault, présentent des couteaux à plusieurs pièces, des couteaux à lames d'acier, et d'autres à lames d'argent; la fabrique de la H<sup>te</sup>-Vienne, des ciseaux et des greffoirs; la fabrique des Vosges, établie à Bruyères, divers objets en coutellerie commune; la fabrique de Saint-Lô (Manche), des rasoirs et des serpettes à plusieurs pièces. Un fabricant établi à Saulieu (Côte-d'Or) expose un nouvel instrument qu'il nomme *euthégone*, et qui est destiné à faire couper les rasoirs.

Outils divers.

L'Exposition réunit cinquante envois d'outils, d'instrumens et d'ustensiles divers, fabriqués avec les métaux; ces envois sont adressés par dix-huit départemens : par la Seine, au nombre de 24; — Nièvre, 6; — Loiret, 2; — Loire-Inférieure, 2; — Bas-Rhin, 2; — Haut-Rhin, 3.

Onze autres départemens présentent chacun les produits d'une fabrique (Haute-Marne,

Aisne, Haute-Garonne, Haute-Saône, Seine-et-Oise, Doubs, Oise, Orne, Maine-et-Loire, Nord; Meuse).

Les produits des vingt-quatre fabriques susmentionnées, du département de la Seine, consistent en outils à l'usage des taillandiers, des jardiniers, des menuisiers, des ébénistes, des selliers, bourreliers, et autres artisans, en burins, rifloirs, brunissoirs, et autres instrumens pour les graveurs et ciseleurs, en étaux et cisailles, moulins à café, sondes pour les travaux des mines, en lits de fer, mortiers de cuivre, dés à coudre de cuivre et d'acier, marteaux propres à tailler les meules de moulin, filières, et outils propres à percer les filières, en tubes de fer revêtus de laiton, espagnolettes de fenêtre, barreaux de rampe d'escalier, et lits, fabriqués avec ces tubes.

Les six fabriques de la Nièvre exposent des ressorts et des essieux de voitures, des lits, des chaînes-câbles en fer pour le service de la marine, et divers autres objets, de taillanderie, de quincaillerie et de ferronnerie; les deux fabriques du Loiret, des chandeliers et des étrilles en fer; les deux fabriques de la Loire-Inférieure, des chaînes-câbles en fer, des outils et ustensiles divers; les deux fabriques du Bas-Rhin, des outils et d'autres objets de grosse quincaillerie; les trois fabriques du Haut-Rhin, différentes pièces de poèlerie en fer étamé, des mouvemens d'horlogerie, des tourne-broches à ressort, des étrilles et des couchettes en fer.

Pour chacun des onze autres départemens susmentionnés, les produits de ce genre consistent en divers objets de quincaillerie et de ferronnerie, parmi lesquels on remarque des clefs

de voiture, des étaux, et des outils de tonnelier, produits de la Haute-Saône.

Armes blanches. Quatre envois d'armes blanches sont adressés par trois départemens (Bas-Rhin, Nièvre, Seine); ce dernier présente deux envois.

Les produits de ce genre consistent en lames de sabre damassées, en casques et en cuirasses. Les lames de sabre damassées proviennent de la Nièvre et de la Seine; les casques, de ce dernier département, et les cuirasses, du Bas-Rhin.

Armes à feu. Vingt envois d'armes à feu sont présentés par sept départemens. (Meuse, Ardennes, Loire, Eure-et-Loir, Indre-et-Loire, Yonne, Seine); ce dernier expose les produits de quatorze fabriques établies à Paris; ils consistent en fusils et pistolets à percussion, en canons de fusil à rubans, en armes de guerre et de chasse, diversement combinées, en amorces et poires à poudre, en un riche nécessaire de pistolets, en une belle carabine à double détente.

Les six autres départemens ont envoyé les produits suivans: le département de la Meuse, une pièce d'artillerie en rubans de fer;—Ardennes, un canon de fusil double, damassé;—Loire, de riches pistolets;—Eure-et-Loir, une paire de pistolets et un petit modèle de carabine;—Indre-et-Loire, un fusil à percussion avec ses accessoires, et un fusil à percussion avec canon damassé;—Yonne, des capsules imperméables, pour les fusils à piston.

Orfèvrerie. Trois envois d'ouvrages en orfèvrerie sont de riches produits du département de la Seine. Parmi ces ouvrages, on remarque une grande statue de la Vierge, en argent, une chaise ornée de statues du même métal, et divers ustensiles, ornemens ou vases, dont nous n'avons pas à déterminer le

mérite sous le rapport des formes, mais dont on peut dire, sous le rapport de la métallurgie, qu'ils sont habilement exécutés.

La même remarque s'applique aux objets suivans:

Six envois de caractères d'imprimerie, produits du département de la Seine, consistent en caractères fondus par le procédé polyamatique, en épreuves de caractères gravés, en fleurons et en assortimens de caractères fondus par divers procédés.

Cinq envois d'ouvrages en plaqué sont présentés par le département de la Seine; ce sont des objets en cuivre doublé d'or ou d'argent, tels que des ornemens d'Église revêtus d'or, des services de table, des baignoires et un guéridon, revêtus d'argent.

Trois envois de platine proviennent du même département (de la Seine). L'un consiste en une grande lame, ou planche laminée, de ce métal; l'autre, en divers bijoux de platine; le troisième, en capsules, en vases, et en un siphon de platine, pour la décantation de l'acide sulfurique bouillant.

A ce dernier envoi est jointe une coupe de palladium, nouveau métal qui, pour la première fois, est employé à la fabrication d'un vase de grandes dimensions.

En résumé, l'Exposition de 1827 réunit 354 envois de produits métallurgiques, en 33 genres différens de fabrication, et ces produits proviennent de 42 départemens. De tout ce qui précède, on peut conclure que, depuis l'Exposition de 1823, l'industrie métallurgique a fait en France des progrès importans; que, dans une moitié du Royaume, le travail qui s'applique aux métaux est en grande activité, et qu'il contribue puissamment à la prospérité publique.

Caractères  
d'imprime-  
rie.

Plaqué.

Platine.

Palladium.

Résumé.

## DEUXIÈME PARTIE.

*Détails concernant les produits métallurgiques, exposés en 1827.*

Plus on reconnaît de progrès dans l'ensemble des ateliers métallurgiques, plus il devient difficile de choisir, dans un si grand nombre de fabricans industriels, ceux qui méritent d'être distingués. C'est pourquoi il nous paraît juste et nécessaire d'entrer dans les détails qui sont propres à faire bien connaître les principaux établissemens.

Plomb. M. Lenoble, à Paris, fabrique, depuis neuf ans, des tuyaux étirés sans soudure et à la filière, par le moyen d'une machine à vapeur, sur des mandrins en fer, de 12 pieds de longueur (3<sup>m</sup>,897), dont le diamètre varie depuis 4 pouces jusqu'à 4 lignes (0<sup>m</sup>,108 à 0<sup>m</sup>,009), y compris tous les calibres intermédiaires; il répand aussi dans le commerce du plomb laminé en tables de toute épaisseur. Ce fabricant emploie annuellement 6.000 quintaux métriques de plomb neuf, qu'il tire d'Angleterre et d'Espagne; il y ajoute environ 500 quintaux métriques de vieux plomb.

Pour les tuyaux de 4 pouces de diamètre, le poids d'un pied de tuyau est réglé ainsi qu'il suit, d'après les diverses épaisseurs, auxquelles correspondent les dénominations ci-après :

|                                                               |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| Le pied de tuyau <i>très-fort</i> , de 4 lig. d'épais., pèse. | kil.   |
| ----- <i>fort</i> , de 3 -----                                | 12, 92 |
| ----- <i>mince</i> , de 2 -----                               | 9, 68  |
|                                                               | 6, 78  |

|                                                          |       |
|----------------------------------------------------------|-------|
| Pour les tuyaux de 1 pouce de diamètre,                  | kil.  |
| Le pied de tuyau <i>fort</i> , de 2 lig. d'épais., pèse. | 1, 80 |
| ----- <i>mince</i> , de 1 ligne 1/2 -----                | 1, 34 |
| ----- <i>très-mince</i> , de 1 ligne-----                | 0, 90 |

|                                                         |       |
|---------------------------------------------------------|-------|
| Pour les tuyaux de 4 lignes de diamètre,                |       |
| Le pied de tuyau <i>très-mince</i> , de 3/4 de lig. . . | 0, 22 |

Entre ces limites, tout est réglé proportionnellement par un tarif, ainsi qu'on va le voir :

Pour tous les tuyaux *minces*, quand le diamètre excède 1 pouce (0<sup>m</sup>,027), de même que pour les tuyaux de 1 pouce ou de 9 lignes de diamètre, quand ils sont *forts*, c'est-à-dire quand les premiers ont d'épaisseur 2 lignes, et les seconds 2 lignes 1/4, le prix fixé est de 65 centimes le kilogramme. Ce même prix est celui de tous les tuyaux *très-forts*, c'est-à-dire de ceux qui, ayant plus de 1 pouce de diamètre, ont 4 lignes d'épaisseur.

Quant aux tuyaux *minces*, ou *très-minces*, le prix du pied de tuyau ayant 1 pouce de diamètre, est de 1 fr. 10 c. le kilogramme, et celui du pied de tuyau ayant 4 lignes de diamètre, est de 35 centimes.

Le plomb laminé est en tables dont l'épaisseur varie entre une ligne  $\frac{3}{4}$  et  $\frac{1}{4}$  de ligne :

Le prix fixé, pour les épaisseurs de 1 ligne  $\frac{3}{4}$  et de  $\frac{1}{2}$  ligne, est de 65 cent. par kilogramme, comme pour les tuyaux *minces*, ayant 1 pouce de diamètre et au-dessus.

Ces faits, comparés avec les données générales que nous avons exposées, prouvent que la manufacture dont il s'agit a fait des progrès depuis l'Exposition de 1823; elle consomme la dix-huitième partie du total de plomb, que met en œuvre l'industrie française; elle a contribué à l'accroissement d'emploi de ce métal; elle augmente

la valeur du plomb brut d'environ un quart en sus de son prix.

La flexibilité des tuyaux que fabrique M. Lenoble est attestée par le fréquent usage que l'on en fait à Paris, pour la distribution du gaz d'éclairage. Dans l'annonce de ses produits, il assure que la fabrication du plomb laminé, ou étiré, n'admet qu'un métal pur, de première qualité, mais que la fabrication du plomb coulé peut, au contraire, admettre un métal de qualité inférieure, dont les défauts se trouvent ainsi dissimulés, et ne se découvrent que par l'usage.

Une société anonyme pour la manutention du plomb, établie à Clichy-la-Garenne, près Paris, a exposé des tuyaux étirés sans soudure, et de 40 pieds de longueur (12<sup>m</sup>,993), un corps de pompe avec tuyau d'aspiration adhérent, et des tables de plomb laminé. Cette manufacture n'existe que depuis quatre ans; elle emploie une machine à vapeur, de la force de vingt chevaux; elle occupe vingt ouvriers; elle répand annuellement dans le commerce 10.000 quint. mét. de plomb fabriqué, soit en tables laminées, soit en tuyaux étirés. Les tables ont communément une longueur de 30 à 36 pieds, avec une largeur qui s'étend jusqu'à 8 pieds. Les tuyaux présentent divers diamètres intérieurs qui varient entre 4 pouces et 3 lignes, avec une longueur qui atteint 40 pieds.

Le corps de pompe exposé est un tube de 5 pieds de long, qui a 4 pouces de diamètre intérieur, avec une épaisseur de 6 lignes, et qui porte un tuyau d'aspiration, de 15 lignes de diamètre, de 2 lignes d'épaisseur, et de 30 pieds de long. Tout cet appareil est exécuté sans aucune

soudure. Pour cet effet, un seul tuyau de plomb est d'abord étiré à la filière, sur un mandrin en fer, de 18 pieds de long; puis, il est successivement chargé de cinq autres filières dont le diamètre décroît, ce qui détermine le rétrécissement du tube; enfin, le tuyau adhérent est étiré à une septième filière, sans le secours d'aucun mandrin, jusqu'à sa longueur totale de 40 pieds, ce qui permet alors de retirer toutes les filières de dessus le tuyau. Ce procédé, neuf et ingénieux, offre l'avantage d'éviter les soudures, et de diminuer le prix de la main d'œuvre. Dans l'usine de Clichy, l'on se propose de l'employer avec les modifications convenables pour exécuter, sans soudure, des tuyaux à trois branches. Dès-à-présent, cette usine importante se recommande par la belle exécution des produits exposés, et par la modération des prix.

MM. Voisin et Compagnie, à Paris, exposent douze rouleaux de plomb coulé en feuilles de diverses épaisseurs. Cette manufacture emploie annuellement 8.000 quintaux métriques de plomb; elle occupe quinze ouvriers. C'est uniquement en plomb coulé, qu'elle exécute, soit les tables, soit les tuyaux de ce métal, qui lui sont demandés par un grand nombre de consommateurs. Dans cette ancienne manufacture, on regarde comme certain, et l'on s'applique à prouver, par la bonne qualité des produits, que le procédé qui consiste à couler le plomb en tables fournit des ouvrages beaucoup plus durables que ceux qui résultent de l'emploi du laminoir; on y reproche au plomb laminé de pouvoir être disposé par couches, rempli d'écaillés et de gerçures, et d'être par conséquent sujet à se déte-

riorer; voilà pourquoi l'on s'y est borné à perfectionner l'ancien procédé. On y a réussi, en employant des moules exacts pour les tuyaux, des tables de pierre pour les feuilles minces, et des tables revêtues de sable pour les feuilles épaisses.

Voici les dimensions et les prix des produits ainsi fabriqués :

Depuis 1 ligne d'épaisseur et au-dessus, les tables de plomb coulé ont 25 pieds de long ( $8^m,120$ ) sur 6 à 6 pieds  $\frac{1}{2}$  de largeur ( $1^m,946$  à  $2^m,111$ ); au-dessous d'une ligne d'épaisseur, elles ont 20 pieds de long, sur 4 pieds 6 pouces de large. L'épaisseur diminue jusqu'à  $\frac{1}{3}$  de ligne; communément, pour les tables destinées à former des chéneaux, elle est de 1 ligne à  $\frac{3}{4}$  de ligne. Cette dernière épaisseur est celle des plombs en tables pour couverture.

Le prix fixe de la façon est de 5 centimes par livre, ou de 10 fr. par quintal métrique. Le prix du quintal métrique de plomb coulé en tables est en ce moment de 60 fr.

La flexibilité et l'homogénéité des feuilles exposées prouvent la bonne qualité du métal que cette manufacture livre au commerce. L'épaisseur parfaitement uniforme de chaque feuille, ou table, atteste une fabrication très-soignée.

M. Partarrieu, au nom de l'ancienne manufacture royale de plomb laminé, à Paris, rue de Béthisy, n°. 1, expose quatre rouleaux de plomb en tables, dont l'épaisseur varie entre  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{3}{4}$  de ligne; la largeur de chacune de ces tables est de 8 pieds 4 pouces, et la longueur de 10 à 12 pieds. Dans cette manufacture, on fabrique ordinairement des tables de plomb laminé, dont la longueur est de 20 à 30 pieds ( $6^m,496$  à  $9^m,745$ ), et dont la plus grande largeur est de 8 pieds 6 pouces ( $2^m,760$ ). Ces produits, exécutés par les pro-

cedés du laminage ou de l'étirage, jouissent dans le commerce d'une estime qui est justifiée par leur bonne qualité, ainsi que par la modération du prix: il est de 65 fr. par quintal métrique pour les tuyaux étirés et pour les plombs en tables de l'épaisseur ordinaire. La même fabrique fournit des tuyaux qui n'ont que 3 lignes de diamètre, avec un  $\frac{1}{8}$  de ligne d'épaisseur, et des feuilles, dites *plomb à tabac*; pour ces divers objets, elle emploie annuellement 5.000 quintaux métriques de plomb; elle occupe quinze ouvriers.

Loin de nous prononcer entre les deux procédés dont l'un consiste à couler, et l'autre à laminier le plomb en tables, nous pensons qu'ils peuvent tous deux fournir de bons produits aux consommateurs, suivant les usages auxquels on se propose d'appliquer le plomb: c'est ce qu'indique la multiplicité des commandes qui ont lieu dans les diverses usines de ce genre, malgré la différence des procédés employés.

MM. Debladis, Auriacobe, Guérin jeune et Bronzac, fabricans établis à Imphy (Nièvre), ont exposé des planches de cuivre rouge de grandes dimensions, ainsi que des fonds de chaudières en cuivre, et des feuilles de doublage, des barreaux et des cloux de cuivre, pour le service de la marine. Nous aurons occasion de considérer ailleurs les autres produits de leurs importans ateliers: ils consistent en tôle de fer, et fer-blanc. Les ateliers d'Imphy comprennent deux établissemens distincts, dont l'un a été créé par les associés actuels, en 1824. Il y existe deux machines à vapeur, d'une force totale de 116 chevaux, avec de grands attirails, tels que laminoirs

Cuivre.

et tours, qui ont été récemment établis, et dont la mise en activité ne date que de l'année 1826.

Parmi les produits exposés on remarque principalement ceux que voici :

1°. Une planche de cuivre rouge, dont

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
|                          | mètres        |
| la longueur est de . . . | 5, 012,       |
| la largeur . . . . .     | 2, 205,       |
| l'épaisseur . . . . .    | 0, 004,       |
| le poids . . .           | 391, kil. 75; |

2°. Un fond de chaudière en cuivre, dont

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
|                              | mètres       |
| le diamètre est de . . . .   | 2, 44        |
| le relevé, ou la profondeur. | 0, 11        |
| le poids . . .               | 394, kil. 5. |

Ces produits, et beaucoup d'autres qui proviennent du même établissement, attestent que la fabrication a fait de nouveaux progrès depuis l'Exposition de 1823.

Dans les ateliers d'Imphy on emploie annuellement les quantités de cuivre ci-après indiquées :

|                                     |        |               |
|-------------------------------------|--------|---------------|
|                                     | qx. m. |               |
| Cuivre neuf, de Russie . . . . .    | 6.000  | } 8500 qx. m. |
| — du pays de Mansfeld . . . . .     | 1.000  |               |
| Cuivre brut, du Pérou . . . . .     | 1.500  |               |
| Vieux cuivre provenant de la marine |        | } 2.000       |
| française . . . . .                 | 1.500  |               |
| — des chaudronniers de France.      | 500    |               |

Ainsi, le total de cuivre employé par année est de . . . . . 10.500 qx. m.;

c'est la cinquième partie de toute la quantité de cuivre qui est mise en œuvre par l'industrie française. On fabrique annuellement à Imphy environ 10.000 quintaux métriques de cuivre, tant

laminé que martelé, en planches, feuilles de doublage, fonds de chaudières, barres rondes, plates, carrées, et clous.

Sur cette quantité, l'on vend :

A la marine royale, pour un prix moindre que celui des fournitures antérieures, d'après un marché conclu pour quatre ans . . . . . 3.000 qx. m.

A la marine marchande, et au commerce de chaudronnerie en France . . . . . 5.500

A la Suisse et à la Hollande, par exportation, 1.500

Total . . . . . 10.000 qx. m.

Cette exportation de cuivre battu et laminé est plus de la moitié de celle qui eut lieu pour la France entière pendant l'année 1826. (Voy. ci-après, Tableau N°. 4.)

En 1816, époque à laquelle fut établie l'usine d'Imphy, le cuivre brut valait, par qal. mét., . . . 250 à 260 fr. et le cuivre fabriqué . . . . . 370 à 390

La différence était donc, pour prix de la façon, de . . . . . 120 à 130 fr.

En 1827, le cuivre brut de 1<sup>re</sup> qualité, coûte . . . . . 260 fr.

Le cuivre fabriqué à Imphy se vend, d'après les tarifs publiés . . . . . 320

Ainsi, la différence n'est plus, pour prix de façon, que de . . . . . 60 fr.

Dans le travail des tôles et fers blancs, les prix de façon de ce même établissement ont éprouvé, depuis la même époque, une réduction proportionnelle.

MM. Georges Frèrejean et fils, fabricans établis à Pont-Lévêque, près Vienne (Isère), ont exposé

des produits en cuivre rouge, qui consistent en fonds de chaudières pour alambics et pour brasseries, planches pour le doublage des vaisseaux et pour le commerce, barreaux et clous de cuivre pour la marine, coupes du même métal, et feuilles pour le plaqué. Ces fabricans exercent en outre leur active industrie sur le cuivre jaune ou laiton, sur le plomb et sur le zinc. Leur grand établissement, dont les produits en cuivre furent distingués, en 1806, par une médaille d'argent, n'avait pas figuré dans les Expositions depuis cette époque : il reparait aujourd'hui d'une manière brillante. L'industrie de MM. Frèrejean consiste principalement à purifier, par un affinage complet, des cuivres très-impurs, ou plutôt des alliages métalliques qui contiennent le cuivre allié en diverses proportions avec le plomb, le zinc, l'antimoine, l'arsenic, l'argent, l'or et le fer. Les matières premières sont tirées presque entièrement de l'Asie-Mineure et en général du Levant. On y ajoute un peu de cuivre tiré de la France, et rarement des cuivres étrangers, de Russie, d'Allemagne et du Pérou. M. Frèrejean (Victor), qui est le directeur de l'établissement, a résolu un important problème que l'on peut énoncer en ces termes : étant donné un alliage de cuivre quelconque, affiner le cuivre en grand avec avantage, c'est-à-dire, le rendre ductile et malléable, en mettant à profit les autres métaux, chacun séparément. Il a traité cette question théoriquement dans les *Annales des Mines* de 1826, tome XIII, page 229. Il en a donné la meilleure solution, en pratiquant ces opérations avec succès.

L'établissement de Pont-Lévêque, placé sur un

cours d'eau avantageux, reçoit le mouvement de quatorze roues hydrauliques dont la force représente celle de 160 chevaux.

On y emploie annuellement les quantités de métal que voici :

|                                              |          |                |
|----------------------------------------------|----------|----------------|
|                                              | qx. mét. |                |
| Cuivre neuf, de Syrie, allié au plomb.       | 1.600    | } 6.300 qx. m. |
| — de Tokat, gris et rouge.                   | 3.800    |                |
| Vieux cuivre, étamé, du Levant.              | 600      |                |
| Cuivre neuf, de St.-Bel et Chessy près Lyon. | 300      |                |
| Vieux cuivre, de France.                     |          | 800 qx. m.     |
| Total.                                       |          | 7.100 qx. m.   |

Ce total est à-peu-près la septième partie de toute la quantité de cuivre qui est annuellement employée par l'industrie française.

L'établissement dont il s'agit fabrique, par année,

En cuivre affiné. . . . . 6.500 qx. mét.

On y obtient en outre, par l'enchaînement des opérations métallurgiques,

En plomb. . . . . 560 qx. mét.

En métal de cloche, composé d'environ 0,75 de cuivre et 0,25 d'étain. . . . . 240.

L'impureté des cuivres employés en abaisse tellement le prix d'achat, que le fabricant français qui les affine peut soutenir, par les produits qu'il en obtient, la concurrence avec les fabriques étrangères : c'est ce que prouvent les débouchés de ces marchandises.

Le cuivre obtenu se répand dans le commerce ainsi qu'il suit :

|                                                                                                 |        |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|
| 1°. En France,                                                                                  | qx. m. |                |
| Cuivre pour fabrication d'acétate, dit <i>verdet</i> . . . . .                                  | 800    | } 4.850 qx. m. |
| — pour la marine marchande . . . . .                                                            | 600    |                |
| — à l'état de chaudières et baquets de difficile exécution . . . . .                            | 1.500  |                |
| — à l'état de planches . . . . .                                                                | 1.200  |                |
| Cuivre raffiné pour les fondeurs et fabricans de boutons . . . . .                              | 500    |                |
| Cuivre en grenaille, employé dans l'établissement même, pour la fabrication du laiton . . . . . | 250    |                |
| 2°. En Espagne et en Amérique,                                                                  |        |                |
| Cuivre pour doublage de vaisseaux étrangers, qui s'exécute à Marseille . . . . .                | 500    |                |
| 3°. En Italie,                                                                                  |        |                |
| — pour doublage et chaudronnerie . . . . .                                                      | 400    | } 1.450        |
| 4°. En Suisse,                                                                                  |        |                |
| — en planches et chaudronnerie . . . . .                                                        | 400    |                |
| 5°. Aux Antilles, à la Jamaïque . . . . .                                                       | 150    |                |
| Total . . . . .                                                                                 | 6.300  | qx. m.         |

Le prix du cuivre en planches pour la chaudronnerie est de 320 fr. le quintal mét. rendu à Paris, avec terme de six mois pour le paiement ; le prix des fonds plats et relevés est de 340 fr. le quintal métr., aux mêmes conditions. Ces prix sont encore moindres pour les marchands de cuivre en gros.

La bonne qualité du cuivre obtenu à Pont-Lévêque est de plus attestée par les produits que réunit l'Exposition de 1827 : on y remarque surtout les objets que voici :

1°. Une planche de cuivre, dont les grands côtés, ou bords latéraux, sont très-nets, quoique n'ayant pas été *affranchis*, ou coupés, ce qui, joint aux

grandes dimensions de la pièce, prouve la ductilité du métal : cette pièce a,

|                       |          |
|-----------------------|----------|
|                       | mét.     |
| de longueur . . . . . | 5, 1     |
| — largeur . . . . .   | 2, 162   |
| — épaisseur . . . . . | 0, 002 ; |

le poids est de 236 kilogr.

2°. Un grand fond plat de chaudière d'alambic pour la distillation des cannes à sucre, objet destiné à l'Amérique, où l'Angleterre était seule en possession d'en fournir de semblables : cette belle pièce a,

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
|                                   | mét.     |
| de diamètre . . . . .             | 2, 94    |
| — de hauteur, ou relevé . . . . . | 0, 165 ; |

le poids est de 286 kilogr.

3°. Deux fonds de chaudière hémisphériques, ont, chacun,

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
|                                   | mét.     |
| de diamètre . . . . .             | 1, 354,  |
| de relevé ou profondeur . . . . . | 0, 685 ; |

l'un pèse 121k,5; l'autre 120k,8 ;

cette faible différence de poids indique une fabrication aussi exacte dans ses procédés, que constante dans ses résultats.

Outre les quantités susénoncées de cuivre rouge, l'établissement de Pont-Lévêque fabrique annuellement 400 quintaux métriques de laiton ou cuivre jaune, avec les 250 quintaux métriques de cuivre en grenaille, que l'on y réserve pour cet objet. (*Voyez p. 502.*)

Dans ce même établissement, on lamine aussi du zinc tiré d'Allemagne, et du plomb tiré d'Espagne. On fabrique par an 400 quintaux métriques de zinc laminé et 2.000 quintaux métriques de plomb en tables ; enfin, l'on y traite des minerais de plomb argentifère et des cendres



d'orfèvrerie. De la réunion de ces travaux métallurgiques, on obtient :

Argent. — 600 à 800 kilog. par année,

Or. — 20 à 30.

M. Mazarin, à Toulouse (Haute-Garonne), présente du cuivre rouge en chaudières et en feuilles. Parmi ces produits, on remarque une planche de cuivre, dont la largeur est de 4 pieds et la longueur de 8, objet très-bien exécuté.

MM. Cartier fils et Adolphe Guérin, à Paris, ont exposé vingt échantillons de cuivre, d'étain et d'alliages métalliques, préparés pour divers besoins des arts. Leur fabrique, située à Conflans-Ste.-Honorine près Paris, est un établissement formé depuis l'Exposition de 1823. Ils affinent des étains bruts du Mexique, et des cuivres bruts du Pérou et de Syrie; ils préparent le bronze, le laiton et le métal de cloche; ils traitent au laminoir le cuivre rouge pour le plaqué d'or et d'argent; ils préparent aussi le cuivre rouge pour l'argue, cuivre destiné à être doublé d'or, puis étiré à la filière, pour les besoins de la passementerie. Ce cuivre, d'excellente qualité, se vend à Lyon, à raison de 6 fr. le kilogr.; ils en ont abaissé le prix à Paris, au-dessous de 5 fr. Parmi les produits exposés, on remarque de beaux échantillons de planches à graver. Ces fabricans exécutent avec succès les opérations les plus délicates de la métallurgie.

M. Thiébaut aîné, à Paris, présente des cylindres ou rouleaux, en cuivre jaune, qui sont employés pour l'impression des toiles peintes, et des rouleaux en cuivre rouge, nommés *rouleaux anglais*, pour la même destination. Ces produits sont exécutés d'une manière satisfai-

sante, bien ajustés sur des axes en fer, et tournés avec précision. Les ateliers de M. Thiébaut renferment une machine à vapeur et des machines propres à forer, aléser, recroûir, tarauder et tourner parallèlement.

Pour la fabrication de 400 rouleaux en cuivre allié, dont chacun pèse 190 kilog., on emploie, par année, une quantité de métal d'environ. . . . . 760, q.m.»

Pour la fabrication de 125 rouleaux de cuivre pur, chacun du poids moyen de 70 kilog. 87, 5

De plus, pour la fabrication d'autres objets en cuivre, destinés à la construction des machines. . . . . 850, »

Ainsi, la consommation annuelle de cuivre, dans cette fabrique, est de. . . . . 1.697, q.m.5

Les ateliers de M. Thiébaut aîné occupent soixante-six ouvriers, tant fondeurs que mécaniciens; il approvisionne de rouleaux toutes les fabriques de Suisse, d'Alsace, de Normandie, et quelques fabriques allemandes; il vend aujourd'hui, pour le prix de 700 fr., un rouleau de cuivre allié, qui se vendait 1200 fr. il y a dix ans. La fabrication des rouleaux en cuivre rouge qui, outre l'avantage de se laisser graver par des moyens analogues à la gravure en taille-douce, et de fournir des résultats semblables, offrent celui de permettre l'emploi des couleurs corrosives, sans que le métal en soit altéré, cette fabrication, qui fut d'abord le domaine exclusif de l'Angleterre, a été introduite en France et perfectionnée, depuis un an, par M. Thiébaut aîné.

Aujourd'hui ce fabricant vend, à Paris, les rouleaux en cuivre rouge, à raison de 6 fr. 60 c. le kilogramme, tandis que la livre anglaise des

mêmes produits coûte, à Manchester, 2 sch. 4 pences, ou 2 fr. 90 c., ce qui fait, pour le kilogramme, 6 fr. 38 c. Il en résulte que la différence, entre le prix français à Paris, et le prix anglais à Manchester, n'est que de 22 c. Ces détails montrent assez que l'industrie a fait de notables progrès dans les ateliers de M. Thiébaud aîné, qui fut mentionné honorablement, en 1823, pour cylindres de cuivre.

MM. Solazzo et Letellier, à Paris, exposent un cylindre en cuivre, qui est gravé par le procédé de la molette roulante. On sait que, pour l'impression des toiles, on fit d'abord usage de planches gravées, auxquelles on substitua des cylindres gravés par le moyen de poinçons qui étaient accordés entre eux de manière à former un seul bouquet, et enfoncés dans le cuivre, soit par un mouton, soit par un balancier. On était ainsi très-borné dans le choix et dans l'exécution des dessins. Par le nouveau procédé, on peut exécuter des ouvrages beaucoup plus compliqués. On grave entièrement sur un cylindre d'acier le dessin que l'on transporte ensuite sur la molette qui est un autre cylindre d'acier moins dur. Celle-ci, en roulant sur le cylindre de cuivre, le grave avec autant de promptitude que de précision. L'exécution satisfaisante d'un cylindre qui a été gravé par ce dernier procédé promet de nouveaux succès aux fabriques françaises de toiles peintes.

M. Parquin, à Paris, fait exécuter au tour, sur des mandrins en bois, composés de pièces mobiles, divers objets en cuivre, que l'on ne fait ordinairement qu'à la retreinte et à l'aide du marteau; il a établi ce nouveau genre de fabrication dans une maison de détention, à Melun; il expose

trois cafetières ainsi fabriquées. Ce procédé est plus facile et moins dispendieux que celui de la retreinte. Le prix de la façon est diminué des trois quarts. Il peut en résulter une grande économie pour le consommateur. M. Parquin vend ses nouveaux ustensiles de cuivre à 25 pour 100 au-dessous du prix des mêmes objets fabriqués par le procédé ordinaire. Cette industrie naissante mérite une attention particulière.

M. Cassé fils, à Paris, expose deux bustes en cuivre rouge, très-mince, et repoussé au marteau. Chacun de ces bustes, qui sont de grandeur naturelle, ne pèse que 3<sup>k</sup>,5. Cet industriel fabricant est un des plus habiles chaudronniers de la capitale. Les deux bustes qu'il expose ne doivent être considérés que sous le rapport de son art; ils ont été choisis par le fabricant, comme réunissant les plus grandes difficultés d'exécution, et l'on peut dire qu'il les a toutes surmontées avec un succès digne d'éloges.

M. Billon, à Paris, expose des objets de chaudronnerie en cuivre parmi lesquels on distingue une bassinoire à courant d'air, qui est d'une seule pièce de retreinte, et plusieurs moules d'une exécution difficile, qui sont très-bien fabriqués avec du cuivre provenant de l'usine de Pont-l'Évêque (Isère).

M. Delbeuf, à Paris, expose des articles de chaudronnerie bien exécutés;

M. Egrot, à Paris, des brocs et un appareil en cuivre.

MM. Frèrejean, déjà cités au sujet du cuivre, ont exposé deux feuilles de laiton, ou cuivre jaune, dont voici les dimensions :

Laiton.

mét.  
 Longueur..... 1, 31  
 Largeur..... », 66;  
 Chacune de ces feuilles pèse 8 kilog.

La belle exécution de ces produits justifie ce que nous avons déjà dit de l'usine de Pont-l'Évêque, près Vienne (Isère).

Zinc. Le même établissement de MM. Frèrejean a présenté à l'exposition quatre planches en zinc laminé, qui sont destinées au doublage des vaisseaux; elles sont des mêmes dimensions que les planches de cuivre rouge, qu'il fournit pour le même objet. Deux de ces planches de zinc laminé ont :

mét.  
 de longueur.... 1, 31  
 de largeur..... », 38.

Les deux autres ont :

mét.  
 de longueur.... 1, 633  
 de largeur..... », 488.

Les quatre ensemble pèsent 17<sup>k</sup>,2.

M. Averty, à Paris, expose un modèle de toiture en zinc, un modèle de mangeoire de chevaux doublée en zinc, et divers ustensiles et ornemens du même métal. Ce fabricant emploie annuellement 600 q<sup>r</sup>. mét. de zinc provenant de l'usine que possède M. Mosselmann à Dalcenville (Manche). M. Averty a exécuté, dans ces dernières années, les toitures de plusieurs édifices, avec ce métal; il fabrique des gouttières, tuyaux, chéneaux, couvertures d'auvents et baignoires, en zinc. Ce métal a sur le plomb l'avantage d'être plus durable, plus léger, et moins cher; il l'emporte sur le cuivre dans les bains sulfureux, en ce qu'il ne se noircit pas, et dispense de l'étamage; em-

ployé dans la couverture des édifices, il résiste aussi bien aux diverses causes de détérioration, que le cuivre, dont le prix est d'un tiers plus élevé. On estime qu'une toiture en zinc doit durer vingt ans. Elle est d'un tiers plus légère qu'en ardoise, et de moitié plus légère qu'en tuile. Le prix d'une semblable couverture soutient la concurrence avec celui de la tuile et celui de l'ardoise. Le zinc, employé en terrasse, n'offre pas comme le bitume l'inconvénient de se fondre et d'augmenter le danger en cas d'incendie. Une mangeoire de chevaux, doublée en zinc, offre l'avantage de la propreté, de l'économie des fourrages, et de la facilité avec laquelle on peut y faire boire un grand nombre de chevaux, sans les déplacer, et sans endommager le métal. Les objets fabriqués par M. Averty sont d'une belle exécution. Nous avons déjà remarqué, que depuis l'Exposition de 1823, la consommation du zinc a pris un très-grand accroissement en France, ce qui prouve que l'usage en est devenu fréquent. Les travaux de M. Averty ont beaucoup contribué à l'extension que prend ce nouveau genre d'industrie.

M. Clancau, à Paris, a exposé des planches d'étain laminées pour la gravure de la musique, une feuille d'étain pour glaces et des feuilles minces d'étain poli, dites paillons, de diverses couleurs. Ce fabricant a perfectionné la préparation des feuilles d'étain pour glaces. La feuille exposée a

Étain.

de longueur... 158 pouces (4<sup>m</sup>,114)  
 de largeur.... 110 — (2<sup>m</sup>,977).

Elle est d'une minceur extrême, d'une égalité

parfaite, et sans aucune tache. C'est là son principal mérite; car l'on sait que l'absence totale de taches est un objet très-important pour les manufactures de glaces. La fabrique dont il s'agit n'existe que depuis quatre ans. On y prépare l'étain en feuilles par le moyen de deux laminoirs dont la longueur est de 8 pieds (2<sup>m</sup>,598). Ensuite on les termine avec soin, à l'aide du marteau.

Cette fabrique emploie annuellement 800 q<sup>s</sup>. mét. d'étain; elle occupe vingt-cinq ouvriers. Pour les planches à graver la musique, on se sert d'étain allié; mais dans la préparation des feuilles pour glaces, on fait usage d'étain pur, afin d'éviter les taches. On atteint complètement ce but; c'est ce que prouvent de nombreuses commandes, adressées par les principales manufactures de la France, et même des pays étrangers.

Le prix des feuilles pour glaces est de 4 fr. le kilogr.; quant aux feuilles pour gravure, il est de 3 fr. Ce nouvel établissement assure aux fabriques de miroirs et de glacés l'avantage d'obtenir, pour un prix modéré, des feuilles d'étain parfaitement nettes.

Parmi les nombreuses fabriques de bronze, dont l'Exposition réunit les produits, ainsi que nous l'avons déjà vu page 481, nous devons nous borner ici à considérer les ateliers dans lesquels on compose le bronze pour la fonte des cloches.

M. Hildebrand, à Paris, expose deux grosses cloches, un modèle de carillon placé dans un clocher, des sonnettes de table, et des globes sonores, propres à remplacer les cymbales dans la musique militaire: l'une des cloches est du poids de 9 quintaux métriques, et l'autre en pèse 12. Dans

l'espace d'une année, ce fabricant vient de fondre trente-deux cloches du poids total de 1564<sup>m</sup>,17; la plus forte est du poids de 12 quintaux métr. et la moindre, de 1,25. Trois de ces cloches, du poids total de 25 quint. mét., sont destinées à l'Amérique. L'alliage est ordinairement composé, pour 100 parties en poids, de 78 de cuivre rouge et de 22 d'étain; mais M. Hildebrand a modifié cette composition avec succès, en y faisant entrer une certaine quantité d'arsenic métallique, faussement nommé *cobalt* dans le commerce. Cette quantité, assez faible pour ne pas rendre l'alliage fragile, est assez forte pour qu'il en résulte des cloches plus sonores et des timbres de pendules, susceptibles d'un plus beau poli.

Le prix des cloches varie de 310 à 320 fr. le quintal métrique. M. Hildebrand fabrique en outre, par année, 150 grosses, c'est-à-dire, 19.400 pièces de timbres polis pour pendules; il en expédie un grand nombre dans les pays étrangers. Il a de plus perfectionné les sonnettes de table, en ce qu'au lieu de peintures saillantes qui nuisaient à la vibration, et qui d'ailleurs étaient peu durables, il applique aux sonnettes un damassé incrusté qui n'en altère pas le son.

M. Osmond-Dubois, à Paris, a exposé des cloches, des carillons, des sonnettes, grelots et timbres pour horloges; il compose et emploie annuellement 500 quintaux métriques de métal de cloche. C'est dans ses ateliers, que l'on a fondu, en 1825, les deux bourdons de l'église Saint-Sulpice, à Paris. Il a récemment fourni un grand nombre de cloches pour diverses communes de la France. La fabrique de M. Osmond-

Dubois existe dans la capitale depuis six siècles. Parmi les cloches présentées, on remarque un carillon, composé de huit pièces qui forment un octave juste, sans avoir été retouchées.

M. Lenoble, à Paris, expose une cloche avec toute sa monture ;

M. Amant, à Paris, des timbres de pendules, des timbres harmoniques et des sonnettes, dites à pompe.

Platine. Parmi les métaux précieux, nous n'avons à considérer ici, que le platine :

M. Bréant, à Paris, expose un assortiment de capsules et de creusets, plusieurs vases et alambics en platine, un siphon à quatre branches, pour la décantation de l'acide sulfurique bouillant, du fil de platine, et divers autres échantillons de ce métal. Il présente aussi une coupe d'un nouveau métal, connu sous le nom de *palladium*. On sait que ce métal est extrait du minerai de platine, dont 1.000 parties ne contiennent qu'une demi-partie de palladium pur. Pour obtenir cette coupe, il a fallu opérer sur 314<sup>m</sup>,25 de platine ; le pied qui la supporte est en argent ; la coupe proprement dite a, de diamètre, 16 pouces (ou 0<sup>m</sup>,45), et de profondeur ou relevé, 5 pouces (0<sup>m</sup>,12). A cet ouvrage, unique dans son genre, M. Bréant a joint un lingot de palladium, qui pèse plus d'un kilogramme, et divers échantillons du même métal. Cet habile métallurgiste obtint une médaille d'or en 1823, époque à laquelle il avait déjà purifié le palladium. Les produits perfectionnés qu'il présente aujourd'hui réalisent les espérances que ses premiers essais avaient fait concevoir.

MM. Cuog, Couturier et Compagnie, qui obtinrent une médaille d'argent en 1819, exposent un lingot de platine, dégrossi au laminoir. Ce lingot a 41 pouces (1<sup>m</sup>,109) de long sur 13 pouces (0<sup>m</sup>,351) de large, et 5 lignes (0<sup>m</sup>,01127) d'épaisseur ; il pèse 181 livres 14 onces (89<sup>k</sup>,0289) et vaut 80.000 fr. C'est un produit remarquable, qui prouve que ces fabricans continuent avec succès le traitement du platine.

MM. Manby et Wilson, propriétaires des forges et fonderies du Creusot (Saône-et-Loire), et de Charenton près Paris, ont exposé les objets suivans :

Le moyeu d'une grande roue d'engrenage, laquelle doit avoir 16 pieds de diamètre et 16 pouces de largeur sur la circonférence garnie de dents, montre ce que sont de semblables roues qui ont été fournies par le même établissement aux usines d'Imphy et du Creusot. Ce moyeu en fonte de fer pèse 35 quintaux métriques  $\frac{1}{2}$ . L'exécution d'une telle pièce, coulée en fonte, présentait de grandes difficultés, à cause de son poids et du nombre de noyaux qui la traversent en diverses directions.

Le piston en fonte d'une machine soufflante, laquelle aura la force de cent chevaux, a 9 pieds de diamètre ; il est traversé par une tige en fer forgé. Cette machine soufflante est déjà montée dans l'usine à fer du Creusot ; elle y procurera l'air à quatre hauts-fourneaux alimentés par le coke ; elle fournira 12.000 pieds cubes d'air par minute. Nous aurons occasion de revenir sur les établissemens de MM. Manby et Wilson, en considérant le fer forgé.

Nous bornant ici à la fonte de fer, nous remar-

qu'érons que l'usine de Charenton, qui n'est en activité que depuis cinq ans, a fourni de grands attirails en fonte moulée à plusieurs des principaux ateliers métallurgiques de la France, par exemple à ceux d'Imphy (Nièvre), de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), d'Abainvillé (Meuse), d'Audincourt (Doubs), de Magnoncourt et de la Chaudeau (Haute-Saône), de Lorette (Loire), de Raismes (Nord), de la Joye (Morbihan) et de Bains (Vosges). Ainsi, l'établissement de Charenton a pris une part très-active aux progrès que la métallurgie a faits en France depuis quelques années. La même usine fabrique par année trente à quarante machines à vapeur, qui représentent la force de mille à douze cents chevaux; elle a fourni des bateaux à vapeur pour le service de plusieurs des ports maritimes de la France, pour Cayenne et pour le Sénégal. On y a récemment exécuté des machines à broyer, qui déjà sont en activité dans la manufacture royale des tabacs, à Paris.

MM. Boigues et fils, propriétaires de grandes usines à fer dans les départemens de la Nièvre et du Cher, ont exposé, outre des fers que nous considérerons ailleurs, de la fonte de fer fabriquée au charbon de bois dans l'usine de Feuillarde (Cher); et de la fonte de fer fabriquée en partie au coke dans l'usine de Torteron, même département. Cette compagnie possède des hauts-fourneaux pour la fusion du minerai de fer, à la Guerche, à Salles, à Charbonnière, à Meulot et ailleurs, dans le département de la Nièvre. La compagnie Boigues présente aussi des fontes douces, propres aux fonderies de seconde fusion et à la confection des pièces de machines. Ces fontes proviennent des fourneaux de Charbonnière et de Meulot (Nièvre).

D'après un grand nombre d'essais qui ont été faits comparativement dans la fonderie royale de Nevers, ainsi que l'atteste le chef de bataillon d'Artillerie, directeur de cet établissement, les fontes des fourneaux de Charbonnière, de Feuillarde et de Torteron, ont été reconnues plus propres à la fabrication des canons de fer fondu, que celles de plusieurs autres fourneaux des départemens du Cher et de la Nièvre. Le même officier atteste qu'en ce moment la fonderie royale n'est approvisionnée que de fontes provenant des fourneaux de Feuillarde et de Torteron, et que ces fontes procurent de très-bonnes pièces d'artillerie.

MM. Boigues sont les premiers qui aient introduit l'emploi de la houille carbonisée, dite coke, dans les hauts-fourneaux du Berry; c'est une amélioration d'une haute importance pour une contrée qui est très-riche en minerais de fer, et dont les ressources en bois s'épuisent. Le haut-fourneau de Torteron est construit sur des dimensions plus grandes que les anciens appareils de ce genre; il est alimenté d'air par le moyen d'une machine à vapeur; il produit dans un même temps à-peu-près trois fois autant de fonte, que l'un des fourneaux ordinaires du même pays. Dans les fourneaux de la Guerche et de Salles, la houille carbonisée, dite coke, est employée concurremment avec le charbon de bois. Par le moyen d'une machine à vapeur, qui alimente d'air le fourneau de la Guerche, on a quintuplé les produits en fonte, de cette usine. On vient d'établir une semblable machine à Feuillarde.

Les établissemens de MM. Boigues, dans le

seul département du Cher, occupent, tant sur les minières que dans les bois, dans les usines et sur les routes, plus de mille ouvriers.

MM. Aubertot père et fils, propriétaires et maîtres de forges à Vierzon (Cher), ont présenté une cheminée en fonte de fer, appareil utile qu'ils ont perfectionné. Cette cheminée a l'avantage de procurer beaucoup de chaleur et de préserver de la fumée : le prix en est de 55 fr. Ils présentent aussi, comme un premier essai, une caisse d'oranger coulée d'une seule pièce, en fonte de fer : c'est une carcasse en fonte, dans laquelle on peut ajuster des planches de bois minces et de peu de valeur : une semblable caisse en fonte coûterait 16 fr. Dans l'envoi de MM. Aubertot, on remarque aussi trois rouages de mécanique, une tête de lion pour décoration de fontaine, un des plus petits tuyaux qui servent à la conduite des eaux, une des plus petites marmites en fonte, et un balcon de la même matière, objet dont le prix n'est que de 20 fr. le quintal métrique. Toutes ces pièces ont été coulées en fonte de première fusion, qui est susceptible d'être limée, d'être forée, et même de recevoir le pas de vis, ainsi que le prouvent divers percemens pratiqués dans plusieurs d'entre elles. Ces habiles maîtres de forges ont aussi exposé des fers que nous considérons ailleurs.

MM. Risler frères et Dixon, à Cernay et à Mulhausen (Haut-Rhin), exposent, entre autres produits de leur grand établissement, des pièces de machines, en fonte de fer, coulées en sable humide. Ces fabricans obtinrent, en 1823, une médaille d'or pour des machines, et le jury déclara que, pour leurs ouvrages seuls en fonte

de fer, ils auraient obtenu une médaille d'argent.

MM. Martin et Compagnie, à Fourchambault, (Nièvre), ont exposé divers objets en fonte de fer, tels qu'une roue de char destiné au transport de la houille dans l'intérieur des mines, une boîte de roue en fonte douce, dont la surface intérieure est dure et polie, un rouleau de laminoir en fonte dure, et un lit en fonte de fer, dont le fond est en fer plat, et susceptible d'être tendu à volonté. Dans la fonderie de MM. Martin et Compagnie, on fabrique annuellement 10.000 quintaux métriques de pièces de mécanique, en fonte moulée de seconde fusion. Cette usine, en peu d'années, s'est mise en état de satisfaire aux besoins des grands établissemens qui se sont formés dans le département de la Nièvre. Sur la quantité de fonte susénoncée, on emploie, par année, 2.500 quintaux métriques à la fabrication de laminoirs en fonte dure, pour fer, tôle, fer-blanc, etc. Ces ouvrages ne le cèdent point à ceux que l'on fabrique ailleurs en fonte anglaise : c'est ce que prouvent les produits des grandes usines de Fourchambault, d'Imphy et de Pont-Saint-Ours (Nièvre), qui font usage de laminoirs fabriqués par MM. Martin et Compagnie. Le prix de ces laminoirs est de 80 fr. le quintal métrique; il est inférieur à celui des mêmes objets fabriqués en fonte anglaise, puisque ce dernier s'élève jusqu'à 120 fr.

MM. Waddington frères, à Saint-Remy-sur-Avre (Eure-et-Loir), ont exposé des pièces de machines, qui consistent en une roue d'angle de soixante dents, un pignon de vingt-neuf, et une poulie, en fonte de fer, objets exécutés avec une grande précision ;

M. Mentzer, à Paris, une suite graduée de mortiers en fer poli, de diverses dimensions. Ce fabricant ne se borne pas à tourner et polir de petites pièces de fonte, dans l'exécution desquelles il réussit, ainsi qu'on l'a déjà remarqué dans les deux précédentes Expositions. C'est lui qui a tourné et poli les plus grosses pièces d'un grand appareil qui figure à l'Exposition de 1827, sous le nom de *Chronogéomètre*.

MM. Dumas et fils, à Paris, ont présenté des ornemens et d'autres objets en fonte, tels qu'ils sortent du moule; leurs succès dans ce genre d'industrie ont fait baisser le prix des ouvrages de bijouterie en fonte de fer, qui jadis n'étaient connus que sous le nom de *fer de Berlin*.

Madame veuve Dietrich et fils, propriétaires des forges de Niederbronn et autres (Bas-Rhin), ont présenté divers objets en fonte moulée de première fusion, tels qu'ustensiles, poids, pièces de machines, médaillons, petites soucoupes et ornemens. Ces propriétaires possèdent quatre hauts-fourneaux, dont trois sont continuellement en activité: l'un d'eux a été construit, depuis quelques années, avec deux tuyères. Dans leurs établissemens, il se fabrique, par année, 6.000 quintaux métriques de fonte moulée, dont le prix varie communément entre 40 et 70 fr. par quintal métrique; suivant les difficultés de l'exécution. Les échantillons produits sont exposés tels qu'ils sortent des moules, sans avoir été réparés à la lime; cette fonte est douce et de bonne qualité; l'exécution de toutes les pièces est satisfaisante. Le même établissement a présenté des fers forgés dont il sera fait mention plus tard.

M. Ratcliff, à Paris, a exposé des pièces déta-

chées, à l'usage des mécaniciens: tous ces objets en fonte de fer de seconde fusion sont bien exécutés. Ce fabricant n'est établi en France que depuis quelques années; il y a pratiqué avec succès l'art de fondre en sable vert ou humide, qui est le seul moyen d'obtenir des pièces de fonte semblables au modèle, et à beaucoup meilleur marché que par l'ancien procédé du moulage en sable d'étuve. Aussi, le prix de la fonte, en petits objets de mécanique, a-t-il baissé de 30 pour 100 depuis quelques années. Cet habile étranger a établi, depuis quatre ans, à Paris, une fonderie qui, après avoir commencé par être un petit hangar, est aujourd'hui en état d'exécuter les pièces les plus difficiles, jusqu'au poids de 30 quintaux métriques. Pendant l'année 1826, M. Ratcliff a employé dans sa fonderie 4.591 quint. mét. de fonte; il a livré au commerce 4.322 quint. mét. de fonte moulée, dont 2.909 en petites pièces de machines, et 1.413 en grosses pièces.

M. Benoit, à Paris, outre des objets en bronze et autres alliages métalliques, expose divers produits en fonte moulée, parmi lesquels on remarque un grand vase exécuté d'après l'un de ceux que possède le Musée royal, deux vases Médicis de moindres dimensions, et une console de forme gothique. La belle exécution de ces objets prouve qu'en France on emploie la fonte au moulage, avec autant de succès que dans les pays les plus renommés pour ce genre d'industrie, et que l'on y sait produire non-seulement de petits ouvrages, mais encore de grandes pièces d'ornement, telles que des meubles. La console gothique fait partie d'une commande d'objets



divers que M. Benoit se propose d'expédier dans l'Inde. Le prix des deux vases Médicis est de 600 fr. L'emploi de la fonte de fer dans le moulage, procédé analogue à la fabrication des objets coulés en bronze, offre cet avantage, que si le travail est enlevé à une classe nombreuse d'ouvriers par la substitution d'une matière à l'autre, le travail est aussitôt rendu à la même classe par cette même substitution : c'est ce qui arrive dans les ateliers de M. Benoit, dont les produits dénotent un habile fondeur.

La Société anonyme des fonderies de Vizille (Isère), présente des échantillons de fonte brute de fer, qui résultent de la fusion du minerai par le moyen de l'antracite jointe à la houille carbonisée. Dans ce nouvel établissement, qui n'a été mis en activité qu'en 1826, on a tenté d'employer l'antracite du lieu, sorte de houille sèche, qui était regardée comme très-difficilement combustible. Jusqu'à présent, on est parvenu à mêler 0,5 d'antracite avec 0,5 de coke provenant de Rive-de-Gier (Loire). La Compagnie des forges de Loire et Isère, dans le département de la Loire, a déjà demandé 500 quintaux métriques de la fonte ainsi obtenue, pour l'affiner par le moyen de la houille. Les mêmes produits ont été essayés à Lyon dans le moulage en pièces fines; mais on ne les a pas employés seuls, parce que, pour cet objet, ils sont trop peu fluides. Récemment, avec cette fonte de première fusion, on a exécuté, dans l'usine de Vizille, des poêles ou fourneaux pour l'hôpital de Grenoble, et les entrepreneurs de l'établissement annoncent que cet essai a complètement réussi.

M. de Pracontal, propriétaire du fourneau de

Tourbe-Rouge (Manche), expose des marmites et des chenets en fonte de fer, ouvrages d'une exécution satisfaisante. Ce genre d'industrie est encore très-peu répandu dans la contrée où s'est formé l'établissement dont il s'agit.

MM. Huvelin de Bavilliers et Compagnie, à Premery (Nièvre), exposent des objets coulés en fonte de première fusion, qu'ils présentent comme un modèle de l'enveloppe d'un haut-fourneau, d'après la description qui en a été publiée dans les *Annales des Mines*, tome XIII, 1826, page 515.

M. Laurent Thiébaud, à Paris, expose un cylindre de fonte de fer, dont l'enveloppe extérieure est en fonte dure, tandis que l'intérieur et par conséquent les tourillons sont en fonte douce. Cet effet avantageux, que M. Laurent Thiébaud présente comme un essai, ne résulte point de l'emploi des moules en fonte nommés coquilles; on sait que, dans ces derniers, le métal liquide acquiert, par le contact du métal froid, une certaine dureté à la surface; mais l'emploi des coquilles ne pourrait permettre l'exécution des cylindres à cannelures, pour le laminage du fer en barres, parce que la dureté ne serait pas la même au fond de la cannelure, qu'au bord de la surface du cylindre. Le nouveau procédé de M. Laurent Thiébaud obvie à cet inconvénient; les tourillons et le corps intérieur du cylindre sont en fonte douce qui se laisse travailler au tour, tandis que la fonte extérieure est d'une dureté qui se maintient égale depuis la surface extérieure jusqu'à son contact avec la fonte douce, ce qui permet de réparer la surface par le moyen du tour, sans qu'elle perde rien de sa dureté.

Ce fabricant annonce qu'il pourra exécuter ainsi de très-bons cylindres cannelés, de tous diamètres et de toutes longueurs, par le moyen d'un moulage en terre, ou en sable, et que le prix de tels cylindres sera de 80 francs le quintal métrique.

M. Delaroche fils, à Paris, présente des appareils de cheminées, en fonte de fer ;

M. André, à Paris, des balcons et d'autres objets à l'usage des bâtimens ;

M. Duval, à la Gouberge (Eure), un lit en fonte moulée ;

M. Calla, à Paris, une borne en fonte de fer ;

M. Barbeau, à Paris, divers foyers ;

M. Gilbert, à Paris, des foyers de cheminées, et des chenets, de la même matière.

La bonne exécution de tous ces objets prouve, autant que leur nombre, combien la fabrication de la fonte de fer s'est perfectionnée depuis quelques années, et combien l'usage s'en est répandu dans la France, qui produit abondamment cette matière.

M. Richard, M. Houdaille, M. Marchand, à Paris, et M. Ménetrier, à Sellières (Jura), présentent de la bijouterie en fonte de fer. Tous ces objets très-variés prouvent que, si d'un côté on est parvenu en France à couler d'énormes pièces de fonte de fer, avec autant de succès qu'en Angleterre, de l'autre, les bijoux de fonte les plus délicats sont exécutés à Paris avec autant et peut-être plus de précision qu'en Prusse, d'où cette industrie tire son origine et son nom, de fer de Berlin. On en voit la preuve, principalement dans les produits exposés par M. Richard : ce fabricant exécute, avec une rare précision, de la

bijouterie en fonte, et notamment de petites croix très-légères qui sont creuses à l'intérieur et ornées de jolis dessins à l'extérieur.

Une grande partie des produits en fer, que réunit l'Exposition, provient d'établissements déjà cités au sujet de la fonte moulée.

MM. Manby et Wilson, propriétaires des forges du Creusot (Saône-et-Loire), et de Charenton (Seine), exposent des échantillons de fer entièrement fabriqué à la houille, depuis la fusion du minerais jusqu'à l'étirage des barres. Parmi les produits du même établissement, on remarque une portion de la route en fer laminé, qui va être établie de Saint-Etienne à Lyon. L'exécution des barres, au laminoir, présentait de grandes difficultés à cause de leur forme particulière. Quelques personnes avaient prétendu qu'il fallait tirer ces barres des forges de l'Angleterre ; mais d'autres, ayant plus de confiance dans les ressources de l'industrie française, ont soutenu que l'on pouvait les exécuter en France pour un prix favorable. Aujourd'hui, la question est résolue à l'avantage de l'industrie française.

La fourniture des fers de cette route est entreprise par MM. Manby et Wilson ; elle consiste en 30.000 quintaux métriques de fer en barres laminé, que fournira la nouvelle forge du Creusot, conformément au modèle exposé. En même temps, dans les ateliers de Charenton près Paris, on a entrepris, pour la marine royale, la construction d'un grand appareil à vapeur : cet appareil, qui comprend deux machines d'une force totale de cent soixante chevaux, doit devenir le moteur d'un bâtiment destiné à remorquer avec célérité un vaisseau de ligne, dans le port de

Brest. L'arbre de la roue à aubes, qui s'y rapporte, fait partie de l'Exposition ; c'est une pièce de fer forgé, qui a 18 pieds de longueur, avec 1 pied de diamètre, et qui pèse 30 quintaux métriques. Pour cet objet la fonte ne pouvait pas être employée sans danger, et d'ailleurs, en faisant usage de cette matière, on aurait augmenté le poids de la pièce. L'arbre de fer a été formé par la réunion de seize grosses barres qui ont été soudées ensemble sous un marteau du poids de 35 quintaux métriques, et chauffées à plusieurs reprises dans un fourneau de réverbère. Ces détails font assez voir quelles difficultés présentait une semblable fabrication.

MM. Boigues et fils, à Fourchambault (Nièvre), exposent des fers en barres, fabriqués à la houille et étirés au laminoir. Parmi ces fers de diverses dimensions, il en est qui sont employés à Nevers dans la fabrication des chaînes-câbles pour la marine ; d'autres sont corroyés sous différentes formes, ce qui en atteste la bonne qualité : elle est due, tant au choix de la fonte, qu'aux soins apportés dans l'affinage, et dans l'étirage des barres. L'usine de Fourchambault fabrique annuellement, par le moyen de la houille et du laminoir, environ 55.000 quintaux métriques de fer. C'est à-peu-près la huitième partie de la quantité qui est obtenue en France par ce nouveau procédé. Le prix modéré du fer de Fourchambault, qui est estimé dans le commerce, a contribué à faire baisser le prix de ce métal dans les forges françaises.

MM. Aubertot père et fils, à Vierzon (Cher), présentent des échantillons de fer forgé, des plus petites dimensions, et une embature de roue,

percée à froid par le moyen d'une machine. Ce fer, provenant de fonte affinée au charbon de bois, est forgé au marteau, suivant l'ancien procédé, que MM. Aubertot se sont appliqués à perfectionner. Les travaux de ces habiles maîtres de forges ont puissamment contribué à soutenir la réputation des fers du Berri, que les fers à la houille ne peuvent pas remplacer pour tous les besoins des arts.

M. Thué, à Crozon (Indre), expose des fers en verges (de 2 lign.  $\frac{1}{2}$  d'épaisseur) pour la clouterie. L'usine de Crozon, dans laquelle on affine au charbon de bois la fonte obtenue d'un haut-fourneau qui en dépend, produit annuellement 2.500 quintaux métriques de fer ainsi affiné, et forgé au marteau. Les trois quarts de cette quantité sont convertis en fer de fenderie, qui est recherché par les cloutiers, parce qu'il est doux et nerveux sans être pailleux, n'éprouve au feu qu'un faible déchet, et se laisse forger sans être très-chaud. Le fer en petites verges de fenderie se vend, dans cette usine, 70 fr. le quintal métrique.

MM. Mathey frères et Guénard, aux forges de Moncéy (Doubs), qui appartiennent à M. le maréchal duc de Conéglano, ont exposé du fer en barres et en rubans, affiné à la houille et étiré au laminoir. Cet établissement est une ancienne forge qui a été convertie en une forge à l'anglaise. En 1823, il avait exposé des échantillons de fer affiné à la houille et forgé au marteau. Aujourd'hui, le nouveau procédé est définitivement substitué à l'ancien dans l'usine de Moncéy ; on y fabrique, par année, environ 7.000 quintaux métriques de fer cylindré, de tout échantillon, quantité susceptible de s'accroître à mesure

que les débouchés seront plus assurés. La qualité du fer est estimée, parce qu'il provient d'excellente fonte tirée de la Franche-Comté, où elle est obtenue par le moyen du charbon de bois. Cet établissement est le seul de ce genre dans une contrée où l'introduction des nouveaux procédés peut devenir très-avantageuse. Le prix du fer en barres, dans l'usine de Moncey, varie entre 55 et 64 fr. le quintal métrique; celui des fers en cercles est de 63 à 70 fr.

M. Muel-Doublat, propriétaire et maître de forges à Abainville (Meuse), présente des échantillons de fer de fenderie de 2 lignes sur 2 lignes  $\frac{1}{2}$ , de rubans de fer de 7 à 8 lignes de large sur  $\frac{1}{2}$  ligne à  $\frac{3}{4}$  de ligne d'épaisseur, et de fer rond de 4 lignes de diamètre sur 18 pieds de longueur. Tous ces fers proviennent d'excellente fonte qui est obtenue par le moyen du charbon de bois, et qui est affinée à la houille; ils sont étirés par le moyen du laminoir. Les dimensions et les formes de ces produits en attestent la bonne qualité. L'établissement dont il s'agit était une ancienne forge; c'est depuis l'année 1823 qu'il a été converti en une forge à l'anglaise. On y fabrique annuellement environ 25.000 quintaux métriques de fer.

La Compagnie des forges de la Bassé-Indre, près Nantes (Loire-Inférieure), expose du fer feuillard et du fer fort, fabriqués par le moyen de la houille et du laminoir. Dans cet établissement, formé depuis 1823, on est parvenu à fabriquer un fer doux et malléable en affinant les fontes de Bretagne, dont auparavant on n'obtenait qu'un fer âgre et cassant. Dès l'année 1825, on y fabriqua 5.000 quintaux métriques de fer.

Le produit pourra s'élever à 30.000 quintaux métriques, lorsque l'usine sera complètement en activité.

M. Michel jeune, propriétaire des forges de Corbançon (Indre), expose du fer en barres de divers échantillons, et du fer en verges de 5 lignes d'épaisseur, qui est affiné par le moyen du charbon de bois et forgé au marteau. Cette usine produit annuellement 1.500 quint. métr. de fer, d'une qualité supérieure, que recherchent les carrossiers. Le prix du fer en barres et du fer en verges varie de 60 à 64 fr. le quintal métrique. Le même propriétaire possède dans le département d'Indre-et-Loire un autre établissement qui produit aussi d'excellent fer; les forges de M. Michel occupent habituellement trois cents ouvriers.

MM. Gignoux et compagnie, aux forges de Grèze et de Cuzorn (Lot-et-Garonne), ont exposé des échantillons de fer en barres. Dans l'usine de Grèze, on affine au charbon de bois, et l'on forge au marteau, de la fonte qui provient d'un haut-fourneau dépendant du même établissement. La production totale de fonte est de 3.500 quintaux métriques par année; une grande partie de ce produit est convertie en fonte moulée de première fusion; le surplus est employé pour la fabrication de 800 quintaux métriques de fer en barres, qui est forgé au marteau. L'usine de Cuzorn est une forge catalane, c'est-à-dire un atelier dans lequel on obtient directement le fer du minerai, par le moyen du charbon de bois et du marteau. On y fabrique annuellement 900 quintaux métriques de fer très-estimé. MM. Gignoux et compagnie ont perfectionné le procédé

des forges catalanes, tant sous le rapport de la qualité des produits, que relativement à l'économie du combustible. Dans l'usine de Cuzorn, on était dans l'usage d'employer 4 quintaux métriques de charbon de bois de châtaignier, pour obtenir un quintal métrique de fer; aujourd'hui, l'on n'y consomme plus que 2<sup>gr</sup>.<sup>m</sup>. 25 de ce même charbon, pour la même quantité de fer complètement forgé, tandis que dans l'usine de Grèze en pratiquant les deux opérations successives de la fusion du minerai et de l'affinage de la fonte, on consomme communément quatre parties de charbon de bois pour une partie de fer obtenue du minerai. En comparant les fers de la forge de Grèze avec ceux de la forge de Cuzorn, on reconnaît que, malgré la différence des procédés de fabrication, il n'y en a presque pas dans l'apparence et dans la qualité des produits.

M<sup>me</sup>. V<sup>e</sup>. Dietrich et fils, propriétaires des forges de Niederbronn et autres (Bas-Rhin), exposent du gros fer en barres et bandages, des fers martinés de très-petites dimensions, dont les moindres ont 2 lignes d'épaisseur sur 3 de largeur, des fers ronds, des fers en verges crénelées, des essieux, en fer fort, des socs de charrue en fer métis, du fer en rubans pour cercles, et du fer en verges de fenderie. Tous ces produits, dont les noms et les formes indiquent assez les diverses destinations et la bonne qualité, proviennent de fonte obtenue et affinée par le moyen du charbon de bois. Dans les forges dont il s'agit, le laminoir est employé pour l'étirage du fer en rubans, dits cercles; un atelier de fenderie prépare le fer en verges pour la clouterie; le reste des opérations

s'exécute par le moyen de marteaux et de martinets; la fabrication du fer s'élève annuellement à 9.000 quintaux métriques. Ces grandes forges, les seules qui existent dans le département du Bas-Rhin, occupent habituellement neuf cents ouvriers, et de plus, trois à quatre cents bûcherons, qui sont employés pendant six mois de l'année. Le prix du fer ordinaire en barres plates et carrées est de 62 fr. le quintal métrique, et le prix des fers martinés, carrés ou ronds, varie de 70 à 74 francs.

M. Parant, à Limoges (Haute-Vienne), expose du fer de différens échantillons, tels que fer feuillard, fer en verges et fer rond. Ces produits, bien exécutés, sont d'une qualité satisfaisante et d'un prix modéré.

M. Ruffié fils, à Foix (Ariège), expose différentes sortes d'acier; ces produits sont fabriqués avec du fer provenant de trois feux de forges catalanes, qu'il possède dans le même département. Les trois feux de forges fournissent annuellement 4.000 quintaux métriques de fer brut. Il en résulte 3.000 quintaux métriques, tant de fer paré, que d'acier étiré, corroyé et raffiné pour toutes sortes d'usages, et d'acier-étouffé pour coutellerie, ressorts de voitures, et faux. M. Ruffié fabrique aussi des faux et des limes, objets sur lesquels nous reviendrons. Dans ses forges catalanes, on obtient une certaine portion du produit à l'état d'acier naturel, d'une qualité supérieure.

Depuis l'année 1823, ce fabricant a diminué les prix de ses produits en acier, dont il a cependant amélioré la qualité, en même temps que la quantité s'en est accrue.

MM. Garrigou, Massenet et compagnie, à

Toulouse (Haute-Garonne), présentent divers échantillons d'acier cémenté qui est propre, soit à la coutellerie fine, soit à la fabrication des limes et des faulx. Dans le bel établissement qu'ils ont formé, on obtient par année 8.000 quintaux métriques d'acier cémenté. Une grande partie de ce produit y est convertie en limes et faulx. Depuis l'année 1823, la quantité d'acier que l'on y cimente annuellement est plus que doublée, sans que la qualité des produits en ait souffert.

MM. Monmouceau père et fils et compagnie, à Orléans (Loiret), exposent de l'acier cémenté et corroyé, ainsi que des limes qu'ils fabriquent avec cet acier. Depuis l'année 1823, ils ont appliqué le procédé de la cémentation à de plus grandes quantités de fer; ils occupent aujourd'hui quatre-vingts ouvriers; ils ont formé des ateliers d'apprentis, qui font espérer un nouvel accroissement d'activité.

M. Saint-Bris, à Amboise (Indre-et-Loire), présente de l'acier cémenté qu'il façonne au martinet et des limes dont il fabrique une grande quantité avec le même acier. Dans cette ancienne manufacture, on convertit annuellement en acier de cémentation 2.500 quintaux métriques de bon fer. C'est elle qui approvisionne de limes les arsenaux de la guerre et de la marine.

MM. Leclerc et Dequenue, à Raveau (Nièvre), exposent des échantillons d'acier cémenté, qu'ils raffinent pour les besoins, soit de la coutellerie, soit de la taillanderie, et pour les ressorts de voitures. Ils présentent aussi des limes, des tôles d'acier, des lames de sabre damassées et des fils d'acier propres à la fabrication des aiguilles.

MM. Coulaux aîné et compagnie, de Molsheim

(Bas-Rhin), ont établi depuis l'année 1823, dans leur forge de Boerenthal (Moselle), la fabrication de l'acier naturel brut qu'ils raffinent ensuite tant à Boerenthal qu'à Molsheim. Dans ce dernier endroit, ils emploient l'acier et le fer, pour fabriquer une grande quantité de faulx, de limes, de scies, d'outils divers et d'armes de guerre. Nous aurons occasion de reconnaître la bonne qualité de l'acier exposé, par MM. Coulaux, en considérant les nombreux produits de leurs grands ateliers.

M. Rivals-Gincla, aux forges de Gincla (Aude), présente de l'acier cémenté, ainsi que des limes fabriquées avec cet acier, qui est en général de bonne qualité et d'un prix modéré.

MM. Sirodot et compagnie, à la forge de Bèze (Côte-d'Or), exposent de l'acier naturel qu'ils fabriquent et raffinent pour broches de filature, coins de monnaies, matrices, burins, crochets à tourner les métaux et pour d'autres usages. Parmi ces produits qui jouissent de l'estime du commerce, on remarque l'acier naturel marqué d'une colonne, pour coins et matrices, burins et crochets de tour, comme étant susceptible d'un aussi beau poli que l'acier fondu. Cet acier naturel paraît capable de remplacer l'acier fondu, même pour la fabrication des rasoirs. L'acier pour broches de filature offre l'élasticité et la dureté sans trempe, que désirent les manufacturiers pour le corps des fuseaux.

MM. Abat père et fils, et compagnie, à Pamiers (Ariège), présentent de l'acier cémenté qu'ils fabriquent avec le bon fer de l'Ariège. Cet acier, selon ses diverses dénominations et qualités, est employé avec succès, pour la taillanderie, la

quincaillerie et la coutellerie, pour la fabrication des outils aratoires, des platines de fusil, des baguettes et des baïonnettes. Les ports et arsenaux de Rochefort et de Lorient sont pourvus d'acier par l'usine de MM. Abat; ils fabriquent dans le même établissement des limes et des ressorts. On y emploie annuellement 5.200 quintaux métriques de fer; il en résulte 2.250 quintaux métriques d'acier raffiné et de ressorts. Ces industriels fabricans ont amélioré les procédés par lesquels on cimente le fer; une disposition particulière des fourneaux leur permet de graduer la force de la cémentation, de sorte qu'ils peuvent en faire varier les effets, même pour des barres de différentes épaisseurs, placées dans une même fournée.

MM. Mouret de Barterans et de Velloreille, à Chenecey (Doubs), exposent des barreaux d'acier fin, propres à l'étirage. Dans leurs forges de Chenecey, qui occupent cent ouvriers, on consomme annuellement environ 5.000 quintaux métriques de fonte de fer, tirée de la Franche-Comté et de la Bourgogne, pour la fabrication tant du fer martiné que de l'acier étiré en barreaux, des fils de fer, et des fils d'acier.

MM. Gaultier de Claubry et compagnie, à Bercy près Paris, exposent de l'acier cémenté et de l'acier fondu, ainsi que des objets fabriqués avec ces deux sortes d'acier. L'usine de Bercy fut établie au commencement de l'année 1825; elle appartient à une compagnie dont le fonds social est de 600.000 fr.; on y emploie du fer tiré de Sibérie, de Suède et de Russie.

Déjà cet établissement produit environ 500 quintaux métriques d'acier, par année; la fabrication

pourra s'y élever à 3.000 quintaux métriques d'acier cémenté, et 1.000 quintaux métriques d'acier fondu, dès que les débouchés seront assurés.

Un coutelier renommé, M. Sirhenry, après avoir fabriqué divers instrumens de chirurgie avec l'acier fondu de Bercy, déclare par un certificat, que cet acier ne diffère point des meilleurs aciers fondus de France ou d'Angleterre; quant à l'acier cémenté de Bercy, M. Sirhenry, après en avoir fabriqué des rasoirs et des couteaux de table, assimile ce produit aux meilleurs aciers et aux *étouffes* d'Allemagne. Ce témoignage est confirmé par les essais spéciaux auxquels ont été soumises les différentes sortes d'acier de Bercy, qui font partie de l'Exposition.

M. Hue, à l'Aigle (Orne), présente de l'acier qu'il prépare pour la fabrication de filières propres à l'étirage, soit des fils de fer ou de laiton, soit des fils d'acier, de tous numéros jusqu'au plus fins; il emploie pour cet objet une composition métallique qu'il met en œuvre par un procédé particulier. C'est ce que déclare par un certificat, les autorités de la ville de l'Aigle, pour laquelle l'art d'étirer les métaux en fils est un objet important. Le même certificat ajoute que les diverses tréfileries de l'Aigle préfèrent les filières de M. Hue, à toutes celles que l'on fabrique, soit en France, soit en pays étranger. Le prix de sa composition métallique est, pour les filières des numéros les plus fins, de 2 fr. le kilogramme, et pour les grosses filières, de 1 fr. 60 c., ce qui diffère peu du prix de l'acier ordinaire de bonne qualité. Un certificat du colonel directeur des travaux de précision de l'Artillerie confirme ce qui vient d'être dit concer-

nant le mérite des filières de cet industriel fabricant.

M. Falatieu, à la forge de Pont-du-Bois (Haute-Saône), présente de l'acier naturel brut et raffiné, de tous les échantillons que réclament les divers besoins des arts. Cet établissement occupe cent quatre-vingts ouvriers. On y fabrique par année environ 1.500 quint.mét. d'acier de bonne qualité, dont le prix varie de 90 à 160 fr. le quint. mét.

La fabrique d'acier du Bas-Rhin, à Illkirch, expose de l'acier de cémentation façonné au martinet, des limes et d'autres outils exécutés avec cet acier, dans la même usine. Cette fabrique, qui fut établie en 1825, par une société anonyme d'actionnaires, ne possède encore qu'un fourneau de cémentation, pouvant contenir 75 quintaux métriques de fer à cémenter. Elle ne fournit par mois que 100 quintaux métriques d'acier; mais la bonne qualité de ces produits donne lieu de croire que bientôt la quantité s'en accroîtra. Un certificat du colonel d'Artillerie, directeur de l'arsenal de Strasbourg, déclare que l'acier provenant de cette fabrique est bien cémenté, que le grain en est très-fin, et qu'il est excellent pour la fabrication des outils destinés aux ouvrages en bois.

M. Valond, à Saint-Clair-sur-Galaure (Isère), expose de l'acier naturel qui est propre à la fabrication des ressorts de voitures. Les échantillons de ressorts, qu'il présente en même temps, attestent la bonne qualité de cet acier; le prix en est modéré; il se vend 130 fr. le quintal métrique. On sait qu'il importe de perfectionner la fabrication et l'emploi de l'acier naturel dans le département de l'Isère, où il existe un grand

nombre d'ateliers de ce genre. M. Valond, propriétaire de l'une des principales forges de ce département, y fabrique par année 2.500 quintaux métriques d'acier; il a introduit dans ses ateliers l'économie du charbon de bois, en employant la houille pour l'étirage des barres. Les travaux et les succès de ce fabricant seront un exemple utile aux progrès de l'industrie dans la contrée qu'il habite.

MM. Jappy, à l'usine de la Roche, près Montbéliard (Doubs), présentent de l'acier fondu et des enclumes ou tas, fabriqués avec cet acier qu'ils préparent en appliquant le procédé connu sous le nom de M. Clouet. Ces produits, qui se font remarquer par un poli brillant, sont d'une qualité satisfaisante et d'un prix modéré.

MM. Pasquier, Geiger et compagnie, du département de la Seine, présentent de l'acier en barres dont ils ont entrepris la fabrication en 1825, dans une usine située à Saint-Maur près Paris. La réussite de leurs premiers essais prouve qu'ils sont capables d'augmenter la quantité de bon acier, qui se fabrique en France.

M. Borey aîné, à Paris, présente des échantillons d'acier cémenté dont il se propose d'établir la fabrication en n'employant que du fer français; il présente aussi des limes fabriquées avec cet acier.

M. Lenormand, à Paris, expose de l'acier qu'il obtient en traitant, soit le fer, soit l'acier français du commerce, par un procédé qu'il déclare lui être particulier. Ses recherches n'ont pas encore donné lieu à l'établissement d'une manufacture; mais avec l'acier qu'il prépare M. Lenormand, des burins propres à couper le fer et à tourner l'acier,



ainsi que divers instrumens tranchans, ont été fabriqués par M. Lasérre, coutelier à Paris.

M. Schmidt-Born et compagnie, à Saralbe (Moselle), exposent de l'acier corroyé qui, dans les divers essais auxquels on l'a soumis, s'est montré de la meilleure qualité. Cet acier est employé avec succès pour la fabrication des lames de scies, des broches de filature, et d'autres ouvrages qui exigent un acier de qualité supérieure. Il est à regretter que ces produits se trouvent exclus du concours, comme n'ayant pas été soumis à l'examen préalable du Jury départemental.

Faulx.

M. Ruffié fils, déjà cité au sujet de l'acier, a augmenté depuis 1823 la fabrication des faulx dans ses ateliers situés à Foix (Ariège); elle s'y élève à 55.000 pièces par année. Ces produits, qui n'étaient d'abord connus que dans le midi de la France, se répandent aujourd'hui dans tout le royaume. Le prix actuel, pour cent faulx de 30 pouces de longueur, est de 235 fr.; pour cent faulx de 38 pouces, il est de 475 fr.; c'est entre ces deux limites, que varie le prix des pièces de dimensions intermédiaires; depuis l'Exposition de 1823, le prix de ces produits a diminué d'environ 10 pour 100, et la qualité des faulx n'est pas moins bonne qu'à cette époque.

MM. Garrigou, Massenet et compagnie, à Toulouse (Haute-Garonne), fabriquaient 90.000 faulx par année, en 1823; ils en fabriquent aujourd'hui 120.000 avec l'acier qu'ils préparent eux-mêmes; leur établissement, en ce genre, est le plus considérable que possède la France. Les faulx qui en proviennent sont d'une exécution satisfaisante. Un son clair indique l'homogénéité de la matière ou *étouffe*; avec la dureté conve-

nable, ces faulx conservent la ductilité qui est nécessaire pour que le métal s'étende bien sous le marteau qui l'affile.

MM. Coulaux aîné et compagnie, à Molsheim (Bas-Rhin), ont entrepris depuis un an de fabriquer des faulx d'acier fondu laminé, dont le dos est une pièce rapportée. Ils sont parvenus à traiter l'acier fondu de telle manière, qu'il se laisse affiler au marteau et à froid. Les faulx qu'ils fabriquent ainsi offrent un tranchant très-vif qui se soutient plus long-temps que celui de l'acier ordinaire. Une semblable lame de faulx, qu'ils ont exposée, est d'une forme satisfaisante, et dans les essais rigoureux auxquels on l'a soumise, elle n'a paru laisser quelque chose à désirer que sous le rapport de la dureté. Leurs premiers essais en ce genre permettent d'espérer qu'ils y réussiront comme dans un grand nombre de produits qui embellissent l'Exposition de 1827.

M. Bouffon, à Sauxillanges (Puy-de-Dôme), expose, outre divers objets de quincaillerie, des faulx qui, dans les essais auxquels on les a soumises, ont été reconnues de première qualité. Cet industriel fabricant a entrepris la construction d'une usine dont l'achèvement est désiré par le département du Puy-de-Dôme.

Les propriétaires de quatre ateliers distincts qui sont en activité dans le département du Doubs ont exposé des faulx qu'ils fabriquent, les uns avec de l'acier français, les autres avec de l'acier de Styrie. D'après les essais auxquels ces produits ont été soumis, ils sont tous d'une qualité satisfaisante et d'une bonne exécution. Le nombre des pièces annuellement fabriquées s'est accru depuis l'année 1823. Le commerce répand ces

faulx estimées, non-seulement en France, mais encore en Suisse et en Savoie; voici l'indication spéciale de ces quatre ateliers :

M. Nicod, à Fin-des-Gras, fabrique annuellement 13.500 faulx, outre des outils et des instrumens aratoires; il n'emploie que du fer provenant des forges du Doubs, avec de l'acier de Styrie.

M. Billod, à la Ferrières-sous-Jougue, emploie dans sa fabrique 75 quintaux métriques de fer fin, par année, avec 7 quintaux métriques d'acier qu'il prépare lui-même. Il en résulte environ 10.000 faulx de différentes sortes, dont le prix varie, pour chaque pièce, entre 2 fr. 15 c. et 2 fr. 90 c.

MM. Baverel et fils, au même lieu, fabriquent le même nombre de faulx qu'ils vendent au même prix; leur atelier, qui existe depuis dix-huit ans, est récemment parvenu à soutenir la concurrence des établissemens voisins.

M. Bobilier, à la Grand-Combe, fabrique annuellement 15.000 faulx de diverses dimensions; il emploie du fer fin des forges environnantes, et de l'acier de Styrie; les produits qu'il expose ne sont pas inférieurs à ceux de ses concurrens.

Limes.

Dans le grand nombre de limes qui sont exposées par dix-huit fabriques différentes, il convient de distinguer les limes fines assorties, en acier fondu, et les limes ordinaires, dites limes au paquet ou en paille. Si les premières sont d'une exécution plus difficile et d'un usage plus délicat, les autres sont plus souvent l'objet d'une fabrication active, d'une consommation vulgaire, et d'un grand commerce. D'après les essais qui ont eu lieu sur ces limes, d'une manière analogue à ce qui a été développé dans le rapport fait au

Jury central en 1823, on a pu apprécier comparativement les qualités des limes exposées; mais il est juste de remarquer qu'il faut aussi avoir égard à l'étendue de la fabrication, afin de n'être pas exposé à mettre en parallèle des produits fabriqués tout exprès, et pour ainsi dire par extraordinaire, avec des limes d'une fabrication courante, qui sont la matière d'un grand commerce.

M. Saint-Bris, déjà cité au sujet de l'acier, expose des limes et râpes, qui offrent diverses dimensions depuis 8 centimètres jusqu'à 4 décimètres de longueur, des limes, dites façon anglaise, d'autres dites façon de Nuremberg, et des carreaux dont la longueur varie de 5 à 16 pouces et le poids de 3 à 10 livres; en 1826, il a été fabriqué dans sa manufacture, à Amboise (Indre-et-Loire),

200.000 paquets de limes d'Allemagne, chaque paquet du poids moyen de 0<sup>k</sup>,87;  
50.000 douzaines de limes façon anglaise; chaque douzaine du poids moyen de 2 kil.;  
2.000 paquets de limes, dites de Nuremberg;  
6.000 carreaux des dimensions et du poids susmentionnés.

Cette masse de produits est la meilleure preuve de l'estime dont ces outils jouissent dans le commerce et dans les ateliers; ils ont d'ailleurs résisté aux essais, d'une manière satisfaisante.

MM. Coulaux aîné et compagnie, à Molsheim (Bas-Rhin), présentent des limes ordinaires de tous échantillons, et des limes d'acier fondu. Il fut remarqué, en 1823, que la fabrication des limes n'avait été entreprise dans cet établissement que vers 1820, et que déjà MM. Coulaux

livraient annuellement au commerce 10.000 douzaines de limes, dites bâtarde, douces et demi-douces, 2.000 douzaines de râpes et 96.000 paquets de limes en paille. Depuis cette époque, la quantité de produits s'est considérablement accrue à Molsheim : on y a de plus introduit la fabrication des limes d'acier fondu, de façon anglaise; auparavant, on n'y fabriquait des limes qu'avec de l'acier naturel raffiné. Les prix annoncés par les tarifs de cette fabrique sont inférieurs à ceux de plusieurs établissemens du même genre.

M. Ruffié, déjà cité au sujet de l'acier et des faulx, fabrique des limes qui soutiennent avantageusement la concurrence avec les limes d'Allemagne. Le prix des limes au paquet n'est que de 1 fr. 70 c., dans sa fabrique située à Foix (Ariège).

MM. Garrigoli, Massenet et compagnie, à Toulouse (Haute-Garonne), exposent des limes de divers échantillons, qui sont très-recherchées dans le commerce. Dans leurs ateliers, la fabrication s'élève annuellement à 800 quintaux métriques de limes. Ces produits estimés justifient ce qui a été dit sur leur établissement, au sujet de l'acier.

MM. Leclerc et Dequenne, à Raveau (Nièvre), présentent des limes exécutées avec l'acier qu'ils préparent, produits dont la bonne qualité soutient la réputation de leur fabrique;

MM. Monmouceau père et fils et compagnie, à Orléans (Loiret), et M. Rivals-Gingla (Aude), des limes et râpes dont la forme est satisfaisante, la taille régulière, et la dureté capable de résister à des essais rigoureux;

M. Musseau, à Paris, des limes en acier fondu, dont la qualité ne laisse rien à désirer, et dont le prix est modéré. Ces produits sont recherchés dans le commerce. En 1823, il fut constaté que M. Musseau avait fabriqué, dans l'année précédente, 6.760 douzaines de limes avec de l'acier français. Depuis cette époque, de nouveaux progrès ont eu lieu dans ses actifs ateliers.

MM. Abat père et fils et compagnie, à Pamiers (Ariège), exposent des limes et des carreaux, bien fabriqués, et de bonne qualité. Le prix des limes au paquet est de 1 fr. 80 c.; le prix des carreaux est de 2 fr. 10 c. le kilogramme. Ces produits, qui sont estimés dans les ateliers français, contribuent à les dispenser d'avoir recours aux limes tirées d'Allemagne.

MM. Renette et compagnie, à Paris, fabriquent des limes en acier fondu, de toutes dimensions. Ces limes sont d'une forme convenable, d'une taille fine et régulière; elles sont taillées par le moyen de machines ingénieuses; on peut ainsi tailler avec précision et célérité, non-seulement des limes très-fines pour tous les besoins de l'horlogerie et d'autres arts, mais encore des limes de tous les échantillons usités dans le commerce. Outre ces produits, M. Renette a exposé des canons de fusils et des armes à feu, que nous considérerons ailleurs.

MM. Dessoye et Paintendre, à Brevannes (Haute-Marne), présentent un assortiment complet de limes, soit au paquet, soit ordinaires, de limes d'acier naturel corroyé, et de limes d'acier fondu. Les essais opérés sur ces produits en ont fait reconnaître la bonne qualité. En 1823, la fabrique de Brevannes n'occupait que sept ou-

viens ; elle n'existait alors que depuis un an. Aujourd'hui, le nombre des ouvriers s'y élève à soixante-deux : on y consomme par année, pour la fabrication des limes, 492 quintaux métriques d'acier qui provient presque entièrement d'usines françaises.

Les limes que fabriquent MM. Dessoye et Paintendre sont mieux taillées et plus droites que celles des meilleures fabriques d'Allemagne. Les prix de leurs produits sont modérés. Ces fabricans ont introduit dans leurs ateliers de nouveaux procédés pour l'émoulage des limes.

M. Schmidt, à Ménilmontant près Paris, expose des limes fines en acier fondu. Ces produits, estimés dans le commerce, ont résisté aux essais les plus rigoureux.

La fabrique d'acier du Bas-Rhin, à Illkirch, présente des limes en acier corroyé, d'autres en acier fondu, des râpes ordinaires, des limes et des râpes en paille. On emploie ces produits avec satisfaction dans l'arsenal de Strasbourg. Le colonel d'Artillerie, Directeur de cet arsenal, déclare par un certificat, en 1827, que, depuis un an, la fabrique d'acier du Bas-Rhin a fait beaucoup de progrès dans la taille et dans la trempe des limes, et que ces outils résistent mieux au travail, que les produits d'autres fabriques estimées. Cet établissement ne fut mis en activité qu'en 1825 ; on y fabrique déjà, par année, 7200 douzaines de limes, dites bâtarde, demi-douces et douces ; 19200 paquets de limes, dites façon d'Allemagne, et 4800 carreaux. Ces faits justifient ce qui a déjà été dit, au sujet de l'acier, sur le mérite de cet établissement.

M. Pupin, à Paris, expose des limes d'acier

fondu, qui ont bien résisté aux divers essais et qui sont bien exécutées ;

M. Gourjon de la Planche, au Cholet (Nièvre), des limes demi-rondes, ainsi que des limes façon d'Allemagne, qui sont d'une qualité satisfaisante et d'une belle exécution ;

MM. Guénan père et fils, à Thiers (Puy-de-Dôme) et M. Armbruster, à Paris, des limes et râpes de bonne qualité ;

M. Pallarès, à Boullternère (Pyrénées-Orientales), des limes dont il a augmenté la dureté par un procédé qui lui est propre, mais sans avoir établi une fabrique.

MM. Coulaux aîné et compagnie, à Molsheim (Bas-Rhin), parmi différentes sortes de scies laminées et martinées, présentent de petites scies d'acier fondu pour les métaux, de grandes scies de la même matière, qui sont plus minces au dos que sur le tranchant, pour l'exploitation des bois, des ressorts en acier laminés à froid par le moyen de cylindres en fonte d'une extrême dureté, des râcles pour l'impression des toiles, et enfin des buses d'acier et un grand nombre d'outils divers. Dans cette belle réunion de produits, on remarque une bande d'acier qui a été laminée à froid ; elle a de longueur 750 pieds et d'épaisseur 1 point ou  $\frac{1}{12}$  de ligne. Une autre bande, pour chaînes de montres, est longue de 150 pieds, et n'a d'épaisseur qu'un demi-point. Depuis l'Exposition de 1823, MM. Coulaux ont introduit dans leur établissement la fabrication de vingt-six nouvelles sortes de scies, dont chacune est désignée dans le commerce par un nom particulier. Il fut constaté, en 1823, que dans les ateliers de Molsheim la fabrication annuelle des scies et

Scies et  
Re ressorts.

des ressorts d'horlogerie s'élevait à 53.760 douzaines. Depuis cette époque, elle s'est encore accrue, et la qualité des produits s'est améliorée. Les tarifs publiés prouvent la modération des prix.

MM. Peugeot frères, Calame et Salins, à Hérimoncourt (Doubs), outre des scies de diverses formes et dimensions, exposent des buscs et des ressorts en acier laminé. Leur manufacture consomme annuellement, en matières tirées d'usines françaises, 600 quintaux métriques d'acier naturel, 400 de fer et 20 d'acier fondu. A ces matières on ajoute 100 quintaux métriques d'acier fondu qui provient d'usines étrangères. L'usine d'Hérimoncourt fournit par année 14.000 douzaines de lames de scies, 6.000 douzaines de buscs en acier et 60 quintaux métriques d'acier laminé pour ressorts; ces marchandises sont recherchées en Suisse et en Italie.

M. Mongin aîné, à Paris, expose des scies laminées et battues ensuite au marteau, des ressorts, des buscs d'acier, des scies de forme circulaire, et des scies pour mécanique, par le moyen desquelles on peut obtenir depuis quinze jusqu'à vingt-cinq feuilles de placage dans un pouce de bois. Parmi ces produits, il se trouve un ressort de 50 pieds de long et de 4 pouces et demi de large, qui est fabriqué en acier français, et dont la force élastique peut faire mouvoir un poids de 200 kilogrammes. Plusieurs certificats prouvent que M. Mongin fournit d'excellentes scies, non-seulement en France, mais encore en Allemagne, dans les villes de Hambourg et de Berlin.

M. Bouffon (Puy-de-Dôme), déjà cité au sujet des faulx, présente des scies d'une belle exécution et de bonne qualité;

MM. de Guaita et compagnie, à Zornhoff (Bas-Rhin), des scies raffinées, qu'ils fabriquent en grande quantité dans un établissement formé depuis l'Exposition de 1823. Ces nouveaux ateliers renferment quarante feux de forge et occupent deux cent quatre-vingts ouvriers. Les matières qu'on y emploie proviennent du sol français; les produits sont bien fabriqués et d'un prix modéré, ce qui, dès l'origine de l'établissement, les a fait rechercher dans le commerce.

MM. Sirodot et compagnie, à Bèze (Côte-d'Or), exposent des tôles de grandes dimensions, en fer et en acier, produits dont le mérite contribue à la réputation de leur établissement déjà cité;

MM. Leclerc et Dequenne, à Raveau (Nièvre), une belle feuille de tôle d'acier, qui atteste des progrès dans ce genre de fabrication.

Des tôles et des fers noirs ou tôles en caisses sont exposés, en même temps que des fers-blancs, par les établissemens d'Imphy et de Pont-Saint-Ours (Nièvre), de la Chaudeau et de Magnoncourt (Haute-Saône); ces produits doivent être considérés ensemble.

MM. Debladis, Auriacombe, Guérin jeune et Bronzac, à Imphy (Nièvre), présentent des feuilles de tôle en fer forgé, un fond de fer embouti au marteau, une grande caisse à eau, construite en tôle pour le service de la marine, et dix échantillons de fer-blanc de diverses dimensions et qualités. Parmi ces produits, on remarque

1<sup>o</sup>. Une feuille de tôle, en fer forgé, dont

la longueur est de 2,<sup>m</sup>6  
la largeur..... 1, 88  
l'épaisseur..... 0, 004;  
le poids... 188k.;

T. II, 6<sup>e</sup>. livr. 1827.

35

Tôle.

Fer-blanc.

2°. Un fond de chaudière, embouti, qui a

de diamètre. . . . . 1<sup>m</sup>,557  
de relevé, ou profondeur, 0 ,13 ,  
et dont le poids est de 71 kil.

L'usine d'Imphy, déjà citée au sujet du cuivre, fournit annuellement 15.000 quintaux métriques de tôle de fer, dont on destine 7.000 à la vente en cet état, 3.000 à la fabrication des caisses à eau pour la marine, et 5.000 à la fabrication du fer-blanc. Pour la tôle ordinaire du commerce, on emploie du fer qui est affiné par le moyen de la houille et du laminoir; mais pour celle qui doit être emboutie, reteinie, ou fortement ployée, on ne fait usage que de fer affiné au charbon de bois, et forgé sous le marteau. L'expérience a forcé de revenir à cet ancien procédé, que l'on pratique aussi en Angleterre: c'est pourquoi, dans la fabrication du fer-blanc de bonne qualité, l'on n'admet plus que du fer affiné au charbon de bois, et la houille n'est employée que pour chauffer les feuilles de tôle au fourneau de réverbère. Dans l'établissement d'Imphy, on étame le fer-blanc brillant avec de l'étain pur, et le fer-blanc terne avec de l'étain ordinaire, auquel on ajoute 0,6 de plomb, pour 0,4 d'étain. On y fabrique par année 10.000 caisses de fer-blanc, dont le poids varié de 37<sup>k</sup>,5 à 75 kil., selon les diverses qualités; les essais que ce fer-blanc a subis ont fait reconnaître qu'il présente un étamage uni et d'un blanc pur, qu'il s'étend bien sous le marteau, et qu'il se prête à recevoir des formes très-variées, sans se briser, se gercer, ni se fendre.

D'après un marché conclu pour cinq ans avec le Ministère de la marine, l'établissement d'Im-

phy livre par année six cents caisses à eau pour les vaisseaux du Roi. Le prix de cette fourniture est inférieur à celui des précédentes.

M. Fouques fils, à Pont-Saint-Ours (Nièvre), présente des tôles, des fers-noirs et des fers-blancs de divers échantillons. Dans cette manufacture on applique depuis long-temps avec succès les procédés qui sont connus sous le nom de méthode anglaise. On y fabrique annuellement 9.000 quintaux métriques de tôle et de fer-blanc; ces produits ont été reconnus propres à l'exécution de toutes sortes d'ouvrages.

MM. de Buyer, oncle et neveu, à la Chaudéau (Haute-Saône), exposent des fers-noirs d'une épaisseur très-régulière, ainsi que des fers-blancs dont l'éclat est remarquable; il résulte des essais opérés sur ces produits, qu'ils réunissent toutes les qualités désirables. Dans l'établissement de la Chaudéau, MM. de Buyer, depuis l'année 1823, ont substitué des laminoirs aux marteaux, de manière à compléter l'emploi de la méthode anglaise pour la fabrication de la tôle et du fer-blanc; en même temps, ils ont achevé de construire et mis en grande activité une nouvelle usine du même genre, à Magnoncourt près Saint-Loup; ils ont assuré à leurs grands ateliers l'emploi de fontes et de fers de la meilleure qualité, en acquérant, dans la Franche-Comté, un haut-fourneau et des feux d'affinerie au charbon de bois. Le fer qu'ils emploient pour la fabrication du fer-blanc est affiné par ce procédé, puis forgé sous le marteau. L'ensemble de ces manufactures livre annuellement au commerce 9.000 caisses de fer-blanc, ce qui confirme l'opinion émise sur le mérite de leurs produits.

M. le baron Falatieu, à Bains (Vosges), expose du fer-blanc de divers échantillons. Dans l'usine de Bains, on fabrique annuellement 11.000 caisses de cette marchandise. On y affine au charbon de bois la fonte de fer, que le même propriétaire obtient de ses hauts-fourneaux situés dans le département de la Haute-Saône. Le fer-blanc de l'usine de Bains est depuis longtemps estimé dans le commerce. Il s'étend bien sous le marteau; l'exécution en est régulière et l'étamage d'un vif éclat.

MM. Bourcard-Van-Robais et compagnie, à Pont-sur-l'Ognon (Haute-Saône), exposent un assortiment complet de fers-blancs, soit ternes, soit brillans. Cette manufacture n'a été mise en activité que depuis un an, et déjà ses produits sont recherchés par les consommateurs; il résulte des essais qu'ils ont subis, que ce fer-blanc est d'une qualité satisfaisante pour les usages ordinaires; il se fait remarquer par un étamage très-uni.

Tréfileries.

M. Mouchel fils, à l'Aigle (Orne), expose des fils métalliques de toutes sortes, soit en fer pur, soit en fer cuivré ou étamé, en laiton, en cuivre pur, en cuivre blanchi à l'argent. La régularité, la finesse et le poli des fils, nommés *traits* de fer ou de cuivre, justifient la réputation dont jouit cette fabrique. Dans les fils fins, la longueur d'une pièce va jusqu'à 20.000 mètres. M. Mouchel prépare lui-même les filières qui lui procurent ces produits dignes d'éloges.

M. le baron Falatieu, à la tréfilerie de la Pipée (Vosges), expose des fils de fer de différens numéros, qui sont tous de très-bonne qualité. Ce fabricant a récemment introduit d'import-

tautes améliorations dans ses divers ateliers, déjà cités au sujet du fer-blanc. Il en résulte que la tréfilerie de la Pipée n'emploie plus que d'excellent fer. Aux tenailles qui mordaient le fil de métal, pour le contraindre à passer par la filière, on a substitué des cylindres ou bobines, sur lesquels il s'applique sans être endommagé; cette tréfilerie fournit annuellement 2.180 quintaux métriques de fil de fer, très-estimé dans le commerce.

MM. Mouret de Barterans et de Velloreille, à Chenecey (Doubs), ont exposé des fils de fer, des fils d'acier, et des fils recouverts de laiton. L'une des pièces, en fil à cardes, pèse 5 kilogrammes, et a plus de 5.000 mètres de longueur. Dans l'usine de Chenecey, on fabrique annuellement 6.000 quintaux métriques de fil de fer.

MM. Colliau et compagnie, à Toutedoie près Chantilly (Oise), exposent des fils de fer et d'acier, nommés fils à cardes et fils-carasses, produits obtenus par des procédés mécaniques. L'une des pièces de fil-carasse, n<sup>o</sup>. 26, du poids de 6<sup>k</sup>,25, a de longueur 17.939 mètres; une autre pièce en fil à cardes, n<sup>o</sup>. 34, longue de 3.905 mètres, ne pèse que 0<sup>k</sup>,6. Cet établissement, formé en 1824, fournit déjà par année 3.000 quintaux métriques de fils métalliques, aux principales fabriques de cardes dont les produits sont exposés. Depuis la même époque, le prix de ces fils a éprouvé une diminution de 25 pour 100.

M. Mignard-Billinge, à Belleville (Seine), présente une collection complète de verges et de fils en acier fondu, en laiton, et, en général, de métaux étirés à la filière, tels que fil uni et fil

cannelé, dit acier à pignons, pour les horlogers, tringles, soit rectangulaires, soit rondes, soit ovales, pour les pendules, poinçons de découpoirs, et autres objets analogues. Cette fabrique existe en France depuis trente ans ; mais elle y est encore la seule de son genre. La préparation des verges et fils d'acier fondu, quoiqu'elle soit bornée par un usage peu répandu, s'y élève à 100 quintaux métriques par année. La beauté des ouvrages en acier fondu prouve que M. Mignard-Billinge possède l'art de fabriquer d'excellentes filières, puisqu'elles sont capables de façonner une matière si dure.

M. Fouquet, à Rugles (Eure), expose des fils de fer et des fils de laiton, de diverses grosseurs. Ce fabricant a établi, depuis quatre ans, dans plusieurs communes du même département, des ateliers de fonderie, de laminage et de tréfilerie, pour la préparation du fil de laiton et du fil de fer, qu'il emploie ensuite dans ses fabriques d'épingles, situées à Rugles; la bonne qualité de ces produits est attestée par la réputation dont jouissent dans le commerce les épingles et les clous, que le même fabricant répand en France et chez l'étranger.

M. Duval, à la Gouberge (Eure), présente du fil de laiton, bien fabriqué.

M. Rousset, à Paris, expose des cordes métalliques pour instrumens de musique, produits qu'il prépare à la filière. On tirait cette marchandise des pays étrangers, avant que M. Rousset en eût perfectionné la fabrication, comme il l'a fait depuis l'Exposition de 1823 : c'est ce qu'attestent plusieurs certificats.

MM. Leclerc et Dequenne, à Raveau (Nièvre), présentent des fils d'acier qui sont propres à la fabrication des aiguilles.

Après les produits des tréfileries, on peut citer comme une preuve de la flexibilité des fils métalliques, les ouvrages que M. Courtier, de Paris, exécute avec le fil de fer, tels que peignes, pendules, cottes-de-maille et ressorts de sacs.

MM. Marchand et Vanhoutem, à l'Aigle (Orne), exposent des aiguilles cannelées et percées par un procédé mécanique. Dans cette fabrique, on emploie le fil d'acier cimenté, le fil d'acier naturel et le fil d'acier fondu. Au lieu de percer l'aiguille à la main avec un poinçon, et de la canneler avec une lime, comme cela se pratique en Allemagne, on exécute ces deux opérations par le moyen d'une machine. Les aiguilles sont cannelées par une pression qui agit également sur les deux côtés de la tête; elles sont percées à l'aide d'un poinçon dont la force est constamment la même. De ce procédé, dont on a fait récemment usage en Angleterre, il résulte une grande économie de temps; car une machine à canneler opère sur 18.000 aiguilles par jour, et une machine à percer sur 10.000, tandis qu'en Allemagne, un ouvrier, dans une journée, ne peut faire la tête qu'à 1.500 aiguilles. Les produits du nouvel établissement soutiennent la concurrence avec ceux des fabriques étrangères: c'est la seule fabrique d'aiguilles qu'il y ait en France.

M. Saulnier, à Paris, expose des plaques et rubans de cardes, produits obtenus par le moyen de machines avec lesquelles un seul ouvrier fait autant d'ouvrage que dix-huit en peuvent faire,

Aiguilles.

Cardes.



dans un temps donné, par les procédés ordinaires. Ce fabricant a établi à Neuilly près Clermont (Oise) quatorze de ces machines à cardes. Dans les produits qu'il présente, on reconnaît un choix convenable des cuirs employés pour les différentes sortes de cardes; ces cuirs sont percés avec régularité; les fils métalliques y sont implantés comme ils doivent l'être, de telle manière que le pied et le sommet de la dent se trouvent placés dans une même ligne, qui est perpendiculaire à la surface du cuir. Outre ces produits, qui sont recherchés dans les manufactures de tissus, M. Saulnier a exposé d'autres objets également utiles aux mêmes ateliers, tels que broches pour filatures, peignes à laine et à cachemires, peignes à lin et à chanvre.

M. Metcalfe, à Meulan (Seine-et-Oise), présente des plaques pour machines à carder le coton, ainsi que des échantillons de plaques et rubans de cardes. Les plaques sont fabriquées à la main; les rubans sont exécutés par le moyen d'une mécanique; l'un d'eux a 100 pieds de longueur. Les cuirs employés sont d'une force bien proportionnée à la grosseur du fil de métal qui forme les dents de ces diverses cardes.

MM. Scrive frères, à Lille (Nord), exposent des plaques et rubans de cardes, fabriqués par le moyen d'une machine. La bonne exécution et le prix modéré de ces produits attestent des progrès dans un genre de fabrication, qui contribue aux succès des manufactures de tissus.

M. Hache-Bourgeois, à Louviers (Eure), présente des cardes qu'il fournit aux ateliers de tissage les plus renommés. Les produits de son importante fabrique obtinrent, en 1823, une mé-

daille d'or; mais il est à regretter qu'en 1827 les objets qu'il destinait à l'Exposition n'aient pas été présentés à l'examen du Jury départemental, ce qui les a fait exclure de concours.

MM. Risler frères et Dixon, à Cernay et à Mulhausen (Haut-Rhin), déjà cités au sujet de la fonte de fer, exposent des plaques et des rubans de cardes à coton, produits exécutés par le moyen d'une machine;

M. Manteau, à Paris, des rubans de cardes pour laine, qui sont aussi exécutés mécaniquement, et des plaques, soit pour laine, soit pour coton, qui sont fabriquées à la main;

M. Lambert, à Paris, des cardes exécutées par un procédé mécanique;

M. Anger, à Saint-Denis près Paris, des plaques et rubans fabriqués par le même moyen;

M. Harmey, à Paris, un assortiment de plaques et rubans, pour cardes à laine et à coton, qui sont exécutés à la main;

M. Achez-Portier, à Mouy (Oise), des plaques et rubans de cardes à laine et à coton, objets fabriqués par le moyen d'une machine;

MM. Estlin-Villette et compagnie, à Lille (Nord), des plaques et rubans de cardes, exécutés par le même procédé;

M. Lecomte, à Évreux (Eure), une cardes montée.

Tous ces produits sont bien fabriqués.

MM. Laverrière et Gentelet, à Lyon (Rhône), présentent des peignes pour le tissage des étoffes de soie. L'un de ces peignes, composé de lames d'acier laminé, qui sont assemblées par le moyen d'une soudure, sans aucun fil de liga-

Peignes  
ou Rois.

ture, contient 156 dents par pouce courant : c'est moitié en sus de ce que contenait un semblable instrument qui fut exposé en 1823 par M. Laverrière et ses associés. Depuis quatre ans, MM. Laverrière et Gentelet ont établi une manufacture, distincte de l'ancienne société. Les peignes qu'ils fabriquent sont recherchés dans les ateliers de Lyon, de Rouen, d'Amiens et de Saint-Quentin : c'est avec un de ces peignes, que l'on a exécuté le tableau tissé qui représente le testament de Louis XVI. Ce peigne a été employé pendant plusieurs mois avec seize fils de chaîne pour chaque dent, et sous un battant du poids de 50 kil., sans éprouver aucune variation. En perfectionnant cette importante branche d'industrie, MM. Laverrière et Gentelet ont fait baisser de plus d'un tiers le prix des peignes à tisser.

M. Vuilquint, à Paris, expose des peignes pour la préparation des laines à cachemires, produits bien exécutés, qui sont recherchés dans les manufactures de ce genre :

MM. Chatelard et Perrin, à Lyon (Rhône), des peignes d'acier, pour le tissage des draps. Dans plusieurs fabriques du département de l'Hérault, à Lodève, à Dieulefit et ailleurs, ces produits ont été substitués avec avantage aux peignes de roseau ou de jonc, nommés rots, comme étant plus durables, plus régulièrement exécutés, et moins sujets à des variations ou accidens qui nuisent au tissage.

MM. Debergue et compagnie, à Paris, présentent des peignes de tissage, fabriqués par le moyen d'une machine ;

M. Lenain, à Paris, d'autres peignes pour le même objet ;

M. Gautheron, à Paris, des peignes sans ligature, notamment des peignes pour la fabrication des galons de voitures ;

M. Hartmann, à Paris, des peignes en acier, qui sont taillés dans le corps d'une lame, pour la préparation des laines et d'autres matières propres au tissage.

Tous ces produits, bien exécutés, attestent les progrès de plusieurs genres de fabrication.

MM. Boilvin frères, à Badonvilliers (Meurthe), exposent des alènes de diverses formes et dimensions ; ils fabriquent vingt sortes différentes d'alènes courbes et seize d'alènes droites. Ces produits, de bonne qualité, sont d'un prix modéré, ce qui leur permet de soutenir la concurrence avec les fabriques d'Allemagne, qui pendant long-temps furent seules en possession de fournir d'alènes les cordonniers et les selliers.

M. Thirion, à Saint-Sauveur (Meurthe), présente des alènes façon de Styrie, façon anglaise et façon d'Allemagne, de différentes formes et grosseurs, et des alènes courbes à petits points, objets dont la bonne fabrication et la variété prouvent que ce genre d'industrie, peu répandu en France, a fait des progrès dans les ateliers du département de la Meurthe.

M. Roswag fils, à Schelestadt (Bas-Rhin), présente des toiles et gazes métalliques, produits qui sont employés pour la fabrication des tamis, du papier vélin, des lampes de mineurs, et d'un grand nombre d'autres objets. Ces toiles et gazes ont une largeur qui varie entre 12 et 60 pieds, sur une longueur de 30 à 150. Le tissu le plus fin contient par pouce carré 160 fils de métal sur chaque côté, et par conséquent 25.600 mailles.

Alènes.

Toiles métalliques.

Au lieu d'employer, comme on le faisait autrefois, des fils de laiton tirés d'Allemagne et des Pays-Bas, M. Roswag fait usage de fils préparés en France, dans le département de l'Orne. Ce fabricant expédie des tissus métalliques en Suisse, en Hollande, en Allemagne et en Russie. Outre des toiles fines et des gazes de ce genre, il exécute des tissus en gros fils de fer, qui sont employés avantageusement dans les séchoirs des brasseries.

M. Saint-Paul, à Paris, expose des tissus métalliques de vingt-trois échantillons différens, en fil de fer et en fil de laiton. Parmi ces produits, on remarque un tissu de laiton, qui contient par pouce carré 100 fils de chaîne avec 100 fils de trame, et par conséquent 10.000 mailles. Dans un autre tissu de laiton, dit *basin fin*, on compte par pouce carré 30 fils de chaîne et 240 fils de trame. Les travaux de ce fabricant ont beaucoup contribué aux progrès que son art a faits en France.

M. Gaillard, à Paris, exerce la même industrie avec le même succès : c'est ce que prouvent les produits qu'il expose.

M. Vallier, à St.-Denis (Seine), présente des toiles métalliques dont l'exécution est remarquable. L'une d'elles a 5 pieds de large, et le fabricant peut donner à ses tissus une longueur indéfinie, selon les besoins des papeteries mécaniques, où l'on en fait usage. Ses ateliers, établis en 1824, fournissent aujourd'hui de semblables tissus plusieurs fabricans de papier *continu*, qui auparavant tiraient ces objets de l'Angleterre.

MM. Denimal et Minisclox, à Valenciennes (Nord), présentent des toiles métalliques en fer

et en laiton. L'un de ces tissus présente par pouce carré 137 fils de métal sur chaque côté, ce qui fait 18.769 mailles ou 18.496 percées. Un tissu croisé, en fer et laiton, avec dessins variés, prouve une grande habileté dans ce genre d'industrie. Deux pièces tissées en laiton sont destinées à la fabrication mécanique du papier. La première a 30 pieds de long sur 48 pouces de large, avec 2.700 percées au pouce carré, et la seconde 30 pieds de long sur 55 pouces de large, avec 4.356 percées au pouce carré. Les tissus en fil de fer, pour moulins et bluteries, ne sont pas moins bien exécutés. La fabrique de MM. Denimal et Minisclox, quoiqu'elle n'existe que depuis l'année 1822, répand déjà d'abondans produits en France, en Hollande et en Prusse.

Madame Hartmann, à Paris, présente des tissus métalliques ;

M. Porlier, à Paris, des formes à papier, en fil de laiton.

Ces produits sont d'une exécution satisfaisante.

M. Sirot, à Valenciennes (Nord), présente différentes sortes de clous, soit en fer, soit en zinc, soit en cuivre, qui sont coupés et frappés à froid par le moyen d'une machine. La fabrique de M. Sirot fut établie au commencement de l'année 1825 ; déjà elle est montée de manière à pouvoir occuper deux cents ouvriers. On y prépare, avec divers métaux, trente sortes ou échantillons de clous, qui sont désignés par le n<sup>o</sup>. 1 à 30, et dont le prix moyen est de 60 cent. par millier de pièces. Un seul ouvrier peut frapper à froid 8.000 clous en un jour. Pour fabri-

Clouterie.

quer ainsi 8.000 clous, on emploie, dans le n°. 1, en fer, 0<sup>k</sup>,2525, et dans le n°. 30, en fer, 7<sup>k</sup>,3532; par ce procédé mécanique, les clous sont achevés promptement, sans éprouver le déchet qu'entraîne le travail de la forge pour les clous ordinaires. On économise ainsi moitié de la quantité de métal qu'exige la fabrication de ceux-ci. La finesse des clous frappés à froid n'expose pas le bois à se fendre; leur résistance les préserve de la rupture pendant qu'on les chasse et qu'on les rive; la fabrication des clous en cuivre s'exécute sans frottement par le nouveau procédé, ce qui met les ouvriers à l'abri des inconvénients de ce métal.

M. Thirion, à Saint-Sauveur (Meurthe), déjà cité au sujet des alènes, présente des clous à monter, de diverses formes et dimensions, ainsi que des clous à deux têtes et à deux pointes, pour cordonniers et bottiers;

M. Grün, à Guebviller (Haut-Rhin), différentes sortes de clous, fabriqués par le moyen d'une machine;

M. Lemire, à Clairvaux (Jura), des clous exécutés à froid par des procédés mécaniques, et des clous, dits *façon de fil de fer*, pour la fabrication desquels on met à profit du fer de qualité inférieure, par un procédé plus expéditif que l'étirage à la filière; l'économie qui en résulte a diminué le prix de ces objets qui sont nécessaires à de nombreux travaux.

M. Fouquet, à Rugles (Eure), déjà cité au sujet des tréfileries, expose des clous d'épingle, dits *pointes de Paris*, des élastiques en laiton, des *houzeaux* ou longues épingles de

laiton, à tête ronde, et des épingles en fer. Les travaux de MM. Fouquet occupent 2.500 ouvriers dans un rayon de cinq lieues autour de la ville de l'Aigle; leur fabrique de clous d'épingle renferme deux machines, dont chacune fournit quarante clous par minute. En une seule opération, et par un seul ouvrier, le fil de fer est dressé, coupé, affilé pour la pointe, et frappé pour la tête du clou d'épingle, qui se trouve ainsi achevé. Il en résulte une grande économie de main-d'œuvre, ce qui a fait baisser le prix de ces produits; ils sont recherchés en France et chez l'étranger, notamment dans les États-Unis d'Amérique, où ils soutiennent la concurrence avec ceux des fabriques anglaises.

M. Frichot, à Paris, expose divers objets de bijouterie en acier poli, parmi lesquels se fait admirer une décoration d'appartement, qui est composée d'une pendule et de deux candélabres. D'après l'annonce de ce fabricant, c'est un assemblage de 91.000 morceaux, qui présentent 1.028.500 facettes, et dont le montage a exigé 2.053.000 opérations; le prix en est de 25.000 francs. La belle exécution de cet ouvrage rappelle les précédents succès de M. Frichot.

M. Provent, à Paris, se distingue aussi dans le même genre de fabrication; il expose deux flambeaux d'acier, qui sont en partie bronzés, objet du prix de 2.000 francs; une pendule d'acier poli du prix de 1.500 francs; des croix, dont le prix varie de 35 à 48 francs, et une large clef de montre, qui est taillée à jour dans un seul morceau d'acier poli, objet du prix de 240 francs.

Bijouterie  
d'acier.

M. Pauly, à Paris, expose un peigne avec une parure en acier, le tout du prix de 500 francs ; d'autres peignes, dont toutes les pièces sont montées à vis, et dont le prix varie de 25 à 70 fr. ; des croix, des boucles d'oreilles et des boucles de ceinture, objets dont le prix varie entre 3 et 30 francs, enfin un grand nombre de bijoux bien exécutés, qui sont d'un prix modéré.

M. Herfort, à Paris, présente des bijoux du même genre, objets parmi lesquels figurent avantagement une pendule du prix de 1.800 francs et une croix du prix de 30 francs.

Serrurerie.

Parmi les nombreux ouvrages de serrurerie, que réunit l'Exposition, on remarque les objets que voici :

Des fermetures à combinaisons, mécanismes ingénieux, que présente M. Huret, de Paris ;

Des coffres-forts en fer, exposés par M. Tous-saint, de Paris, qui a exécuté les belles ferrures de la voiture du Sacre ;

Des serrures de sûreté, ainsi que divers ouvrages exposés par M. Thiry, de Metz (Moselle).

Tous ces produits se recommandent par le fini de l'exécution.

M. Bécasse, de Paris, présente un coffre-fort en fer, qu'il offre de donner à quiconque pourra l'ouvrir. Un second coffre, exposé par le même fabricant, ne peut être ouvert que par la réunion de deux clefs, dont l'une doit, pour cet effet, entrer dans l'autre ; ces clefs étant distribués entre deux associés, chacun ne peut ouvrir la caisse commune, qu'avec le concours de l'autre.

Deux grands coffres-forts en forme d'armoires, dont l'un est en fer ciselé, d'autres ouvrages de

serrurerie, deux tableaux en tôle repoussée, un réchaud à parfums, des moulins, des tourne-broches et un dévidoir, ouvrages exposés par M. Lepaul, de Paris, prouvent l'habileté de ce serrurier-mécanicien.

M. Regnier, de Paris, outre plusieurs mécanismes à l'usage des sciences et des arts, présente une porte de caisse en fer, ouvrage qui a pour objet de défier les voleurs et l'incendie ;

M. Lenseigne, à Paris, des cadenas à combinaisons ;

M. Mouton, de la même ville, des serrures pour meubles.

Divers ouvrages de serrurerie, fabriqués dans la prison de Bicêtre, sont présentés par M. de Taverne, entrepreneur des travaux industriels dans les maisons de détention.

On remarque aussi l'exécution soignée des serrures qui sont fabriquées dans les prisons de Haguenau (Bas-Rhin), objets exposés par MM. Titot et Chatelux, entrepreneurs des travaux de ces établissements.

M. Hardelé, de Paris, présente une porte de sûreté, dans laquelle dix-huit pènes en fer se ferment à-la-fois, ouvrage anciennement exécuté pour M. de Buffon par le serrurier-mécanicien de l'Académie des sciences. Dans l'épaisseur de la porte est ajusté un mécanisme à secret, qui a pour objet de saisir par le poignet un voleur qui tenterait d'ouvrir la serrure, et cela sans exposer le propriétaire au danger de se prendre lui-même au piège.

M. Leyris, de Paris, expose des châssis avec moulures en tôle, ouvrages qui, dans plusieurs

circonstances, remplacent avantageusement les châssis de fenêtre en bois ;

M. Jacquemart, de Paris, des châssis de fenêtre à tabatière, exécutés en fer, et des haguettes, soit de fer, soit de cuivre, qui sont destinées à remplacer, dans le vitrage, celles que l'on nomme *petits-bois* ;

M. Borel, à Gap (Hautes-Alpes), des espagnolettes de fenêtre, à double crochet ;

M. Didiée, à Paris, une machine à forer les métaux ;

M. Sassier, à Paris, un modèle d'atelier de serrurerie ;

M. Delaforge, à Paris, une forge portative en fer, ouvrage dont les barreaux sont assemblés, dans toutes les parties anguleuses, par la soudure seule du métal, sans le secours d'aucune vis.

Coutellerie.

Le nombre des ouvrages de coutellerie que réunit l'Exposition est si considérable, et les destinations de ces produits sont tellement variées, que, pour les comparer entre eux, il faut avoir égard à une foule de circonstances : les principales concernent l'origine, soit française, soit étrangère, des matières employées, l'espèce, tantôt fine, tantôt commune, des produits fabriqués, l'exécution plus ou moins soignée de ces produits, leur prix et leurs débouchés.

M. Sirhenri, à Paris, présente des instrumens de chirurgie, et d'autres ouvrages de coutellerie fine. Ce fabricant emploie de l'acier cémenté et de l'acier fondu, qu'il tire du commerce, et qu'il prépare lui-même par une nouvelle fusion dans sa fabrique située à Bougival (Seine-et-Oise). Depuis l'Exposition de 1823, M. Sirhenri s'est appliqué avec succès à donner à l'acier qu'il em-

ploie l'aspect de celui qui est connu sous le nom de *damas* : la dureté, la ductilité et l'élasticité se trouvent réunies dans ses ouvrages en acier. Il expose des cymbales dont on peut ployer les bords avec une tenaille, sans les rompre. Les instrumens de chirurgie et les objets de coutellerie fine, qui sortent de ses ateliers, sont fabriqués avec une précision qui les fait de plus en plus rechercher.

M. Gavet, de Paris, fait exécuter de nombreux ouvrages de coutellerie dans une grande fabrique qu'il a établie à Chaumont (Haute-Marne). Aux routines aveugles, il a substitué les moyens que fournit une théorie éclairée, tels que des fourneaux à moufles pour forger l'acier, le bain métallique et le pyromètre pour la trempe, les appareils au sable pour le recuit, et une disposition convenable des roues et des meules dans les aiguiseries. Il en résulte que, depuis l'Exposition de 1823, M. Gavet a augmenté la quantité de ses produits, dont il a d'ailleurs amélioré la qualité et baissé les prix. Sur une quantité de 100.000 couteaux à lames d'acier et de 40.000 rasoirs, qui sort annuellement de ses ateliers, il s'en exporte environ la dixième partie à la Martinique, à la Guadeloupe et au Brésil, pour des prix qui varient entre 10 et 15 fr. la douzaine en gros. Ces produits sont recherchés par le commerce, à Bordeaux, à Lyon, à Rouen et ailleurs ; ils se répandent jusque dans les colonies anglaises, où M. Gavet est parvenu à les introduire, en concurrence avec les produits des fabriques de l'Angleterre.

M. Pradier, de Paris, fait fabriquer des ouvrages de coutellerie, tant à Chaville près Ver-

sailles, que dans la maison d'arrêt de Poissy. Des ateliers de cette maison, il sort par mois 1.200 canifs à coulisse et 500 taille-plumes. M. Pradier s'est aussi appliqué à perfectionner la fabrication des montures, ou manches, qu'il exécute, soit en nacre, soit en corne, avec une grande variété d'ornemens. Parmi les objets qu'il expose, on remarque un rasoir dont la lame se fixe dans les diverses positions que la main lui fait prendre.

MM. Dumas et Girard, à Thiers (Puy-de-Dôme), s'occupent principalement de la fabrication des rasoirs; ils en font un grand commerce; ils expédient dans le Levant ces produits, qui sont d'une qualité supérieure et d'un prix modéré.

M. Bost-Membrun, à Saint-Remy près Thiers (Puy-de-Dôme), fabrique des couteaux et d'autres objets bien exécutés, dont le commerce donne lieu à une exportation avantageuse.

M. Gillet, à Paris, s'applique avec succès à la fabrication des rasoirs en acier fondu: il répand dans le commerce 4.500 douzaines de rasoirs par mois, au prix de 10 fr. la douzaine pour les rasoirs tout montés, et de 9 fr. pour les lames sans monture: sa fabrique est une école où se forment de nombreux élèves.

M. Taillandier-Aimard, à Thiers (Puy-de-Dôme), expose principalement des ciseaux. En introduisant dans ses ateliers une bonne division du travail, il a fait baisser le prix de ces produits, et rendu service à l'industrielle contrée qu'il habite.

M. Cardeilhac, à Paris, présente des ouvrages de coutellerie fine, qui sont fabriqués avec de l'acier de *damas*, préparé par M. Bréant. Tandis

que d'autres perfectionnent la coutellerie commune, M. Cardeilhac se distingue dans la coutellerie de luxe, objet non moins utile au commerce.

M. Roussin, à Paris, fabrique principalement des rasoirs à dos mobile, avec une sorte d'acier fondu, qui est renommée sous le nom d'acier *Poncelet*, de Liège. La modération du prix de ces rasoirs est due en partie à ce que, pour une douzaine de lames, M. Roussin est parvenu à n'employer que trois quarts de livre d'acier.

M. Lenormand, à Paris, expose de bons instrumens tranchans, fabriqués avec un acier qu'il rend propre à cette destination;

M. Treppoz, à Paris, des rasoirs de bonne qualité, divers autres produits, et un sabre fabriqué avec de l'acier de *damas*, qu'il prépare lui-même;

Madame veuve Charles, à Paris, des rasoirs *façon de damas*, et des rasoirs à monture économique, dont chacun est du prix de 1 fr. 75 c.;

M. Sénéchal, à Paris, de bons ciseaux et divers ouvrages de coutellerie, tant fine que commune;

M. Bergougnan, à Paris, des rasoirs et d'autres produits bien fabriqués;

M. Vallon, à Paris, des rasoirs à dos de *rechange*, d'autres de forme nouvelle, qu'il nomme les uns, rasoirs à cylindre, les autres, rasoirs à pompe, des taille-plumes bien exécutés, et des cardes à perruques: ces cardes, fabriquées avec des aiguilles tirées d'Aix-la-Chapelle, s'exportent en pays étranger.

M. Touron, à Paris, expose divers ouvrages de coutellerie fine, dont la bonne qualité l'a fait préférer pour les fournitures de la Maison du Roi;

M. Frestel, à Saint-Lô (Manche), des rasoirs, des serpettes, ainsi qu'une jardinière à huit pièces, objets exécutés avec soin ;

M. Douris - Fumaux, à Thiers (Puy-de-Dôme), divers ouvrages de coutellerie, dans lesquels se trouvent réunies la bonne qualité de la matière, l'élégance de la forme et la modération des prix.

M. Soulot, à Paris, en exécutant avec une rare précision l'instrument lithotriteur de M. le docteur Civiale, s'est associé en quelque sorte au service qu'une importante découverte rend à l'humanité.

M. Laporte, à Paris, a formé depuis cinq ans un établissement dans lequel on fabrique des rasoirs de luxe avec de l'acier français, ainsi que de riches couteaux dont il fournit plusieurs orfèvres, les matrices et emporte-pièces qu'il emploie sont exécutés dans ses ateliers.

M. Villenave, à Paris, fabrique principalement des rasoirs de forme anglaise, en acier fondu. Outre le mérite d'un tranchant vif et d'un beau poli, ces rasoirs, dont la masse et la forme favorisent la trempe, ont l'avantage d'être d'un prix modéré.

M. Cabau jeune, à Paris, présente des assortimens de couteaux, des instrumens de jardinage, des sécateurs à deux tranchans et à poignée, pour la taille des arbres, des taille-plumes et des rasoirs, objets habilement exécutés.

M. Méricant, à Paris, des taille-plumes de différentes sortes, des couteaux de table, dont les lames offrent un beau poli, et les manches un fini précieux, des canifs et des ciseaux, qui sont fabriqués avec de l'acier fondu français ;

M. Morize, à Paris, des couteaux de cuisine ordinaires à 24 francs la douzaine et des rasoirs à 1 franc 50 centimes la pièce, objets fabriqués avec de l'acier français du département de la Loire ; parmi ces produits, il se trouve une grande lame dont l'élasticité est remarquable : après avoir été courbée sur elle-même en forme de volute, cette lame se redresse parfaitement, dès qu'elle redevient libre.

M. Manouvrier, à Limoges (Haute-Vienne), expose des ciseaux d'un beau poli et d'une exécution soignée, ainsi qu'un greffoir fabriqué avec précision ;

M. Daillé-Augeard, à Châtellerault (Vienne), de bons couteaux à lames d'acier, et des couteaux de dessert, à lames d'argent avec montures en nacre ;

M. Choquet, à Paris, des rasoirs à double rabot et des rasoirs communs, d'un prix modéré ; le même fabricant présente un rasoir à rabot et à deux tranchans, objet utile dans les cas où la main n'est pas sûre, comme, par exemple, sur les vaisseaux.

M. Lemaire fils, à Paris, présente de bons rasoirs qu'il vend à l'épreuve et des cuirs à rasoirs, qui sont renommés dans le commerce ; la bonne qualité de ces produits rappelle que la fabrique de M. Lemaire eut l'honneur de fournir des rasoirs pour l'usage du Roi Louis XVI.

Plusieurs fabricans établis à Thiers (Puy-de-Dôme), ont exposé des ouvrages de coutellerie, dont la bonne exécution et le prix modéré prouvent que ce genre d'industrie jouit d'une heureuse activité, dans une contrée où depuis longtemps il est un des principaux moyens de tra-



vail; il nous suffira de rappeler ces produits estimés:

M. Tixier-Goyon présente de bons ciseaux;

M. Marquet, de bons couteaux de poche.

M. Gailon-Troullier aîné, M. Buisson-Martignac, M. Durand-Brasset-l'Héraud, MM. Jacqueton frères, MM. Arbaud-Pradier, M. Chassangué-l'Héraud, M. Saint-Joannis-Arbost, M. Thinet-Malménaide, exposent divers objets de coutellerie, tant fine que commune, qui sont en général bien fabriqués.

On doit en dire autant des produits que présentent plusieurs fabricans établis à Paris, dont suivent les noms:

M. Vauthier expose des ouvrages de coutellerie, dans lesquels sont réunies la bonne qualité des lames et l'élégance des montures;

M. Guigardet, différens objets du même genre, notamment des rasoirs d'acier fondu, ainsi que divers taille-plumes;

M. Greiling, des instrumens de chirurgie, qui sont très-bien exécutés;

M. Sabatier, divers ouvrages de coutellerie;

M. Weber, des rasoirs dont le tranchant est légèrement concave, ce qui a pour objet d'en faciliter l'usage, un beau nécessaire de dentiste, et un taille-plume qui dispense de tout emploi du canif;

M. Veyrat, des ouvrages de coutellerie fine;

M. Beillet, des rasoirs, des couteaux, des canifs à coulisse, des taille-plumes et des sécateurs, objets dont plusieurs sont richement ornés de nacre.

M. Barraud traite l'acier fondu avec succès, par un procédé qui lui est propre, pour en fabriquer les objets de coutellerie qu'il expose.

M. Vallon jeune, entre autres objets, présente

un rasoir à dos en colonne, un rasoir d'une trempe particulière qu'il nomme *carbonisée*, une boîte d'instrumens propres à tailler les cors des pieds, et un affiloir, en pierre artificielle, pour les rasoirs.

MM. Mougéot frères, à Bruyères (Vosges), exposent dix-huit sortes de couteaux à manches de bois, produits de peu d'apparence, mais d'un usage très-répandu: de leur fabrique, dans laquelle ils emploient de l'acier naturel provenant du département des Vosges, il sort annuellement 60.000 couteaux, dont la douzaine se vend, pour la première sorte, 1 fr. 80 cent., et pour la dernière, 75 centimes.

M. Lemaire, à Châtellerault (Vienne), présente des couteaux et serpettes à plusieurs pièces;

M. Finot, à Saulieu (Côte-d'Or), une nouvelle espèce d'affiloir, à laquelle il a donné le nom d'*euthégone*, c'est-à-dire, *bien aiguisant*, pour indiquer la propriété de procurer aux rasoirs un tranchant vif et doux.

Des outils divers et des ustensiles de toutes sortes sont exposés par un grand nombre de fabricans, dont plusieurs ont déjà été cités relativement à l'acier, aux limes et aux scies:

MM. Coulaux aîné et compagnie, à Molsheim (Bas-Rhin), ont réussi, depuis l'Exposition de 1823, à fabriquer en acier fondu, comme le font les Anglais, toutes sortes d'outils à l'usage des menuisiers, des charrons et des tourneurs; auparavant, ces objets étaient fabriqués en acier naturel raffiné. Si l'on compare les anciens produits avec les nouveaux, on reconnaît facilement la supériorité de ceux-ci. Depuis la même époque, on a introduit dans les ateliers de Molsheim la

Outils  
divers.

fabrication de toutes sortes de vis, notamment pour les filatures, celle d'un grand nombre d'outils et d'ustensiles nécessaires à diverses professions, et celle des outils à l'usage des colonies. Les nouvelles relations de la France avec l'Amérique méridionale font espérer que cette dernière branche d'industrie ne tardera pas à prendre un heureux développement.

MM. Jappy frères, à Beaucourt (Haut-Rhin) et à Badevel (Doubs), présentent des casseroles et des chaînettes, en fer étamé, des coupes en fer, dites *façon d'Allemagne*, et des tourne-broches à ressort, ouvrages dignes de la réputation dont jouissent les grands ateliers de Beaucourt.

M. Delarue, successeur de M. d'Herbecourt, à Paris, expose divers outils à l'usage des menuisiers, charpentiers, charrons, tonneliers, tourneurs, maçons et autres artisans. Plusieurs de ces outils, notamment les planes de charrons et les ciseaux de menuisiers, sont fabriqués en acier fondu. Des ateliers de M. Delarue, il sort annuellement pour plus de 400.000 francs d'outils divers qui sont recherchés par les ouvriers.

MM. Lacompar et compagnie, à Plancher-les-Mines (Haute-Saône), outre divers objets à l'usage des selliers, tels que boucles et anneaux, présentent un grand nombre d'autres articles de quincaillerie, tels que vis coniques pour métiers de tisserands, poulies pour filatures, fers à repasser, chandeliers en laiton, et lampes de sûreté pour l'exploitation des mines. Dans une grande usine, qu'ils ont établie depuis l'Exposition de 1823, on fabrique annuellement pour 250.000 francs de marchandises, par des moyens mécaniques, tels que balanciers, découpoirs et tours. Leurs

ateliers renferment cent de ces machines, qui sont desservies par cent quatre-vingts ouvriers. Les matières qu'on y met en œuvre proviennent de grandes forges que cette compagnie possède dans le même lieu. Un quart des produits obtenus est exporté en Suisse, en Allemagne et en Italie. La fabrication des objets de sellerie, quoique n'ayant été entreprise que depuis six mois, s'élève à 6.000 pièces par jour. Les chandeliers et lampes en laiton sont complètement estampés sous le balancier. Un seul ouvrier peut en frapper deux cents paires en un jour. L'économie des procédés mécaniques a permis à cette fabrique de baisser le prix d'un grand nombre d'objets utiles.

M. Zanole aîné, à Orléans (Loiret), présente des chandeliers en fer et en cuivre, des étrilles et des peignes en fer; tous ces objets sont exécutés par des moyens mécaniques, et le prix en est modéré. La fabrique de M. Zanole répand annuellement dans le commerce 1.500 douzaines de chacun des produits indiqués.

M. Delaforge, à Orléans (Loiret), fabrique par année 600 douzaines de chandeliers en fer, dont le prix varie, suivant les qualités, entre 3 fr. 30 cent. et 12 fr. 50 cent. la douzaine, et 500 douzaines d'étrilles dont la douzaine se vend de 9 à 16 francs. Le même fabricant présente des fiches en fer pour armoires, des entrées de serrures et des boutons pour tiroirs, objets qui sont en général d'un prix modéré et d'une exécution satisfaisante.

M. Antiq, à Paris, présente une sonde de mineur, complète, c'est-à-dire comprenant toutes les pièces dont se compose cet utile instrument. Ces

572 SUR LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

objets, en fer et en acier, sont exécutés avec une précision qui ne laisse rien à désirer. Une semblable sonde, lorsque l'on veut qu'elle puisse pénétrer à une profondeur de 44 mètres, comprend les pièces que voici :

|                                                                                                                          |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 18 outils, tels que tarières, trépan, tire-bourres, etc., du poids total de 90 <sup>k</sup> ,55, et du prix de . . . . . | 603 f. c.;    |
| Tête de tige et 22 alonques, assemblées par des boulons, le tout du poids de 336 kil., et du prix de . . . . .           | 526 f. 20 c.; |
| 10 pièces accessoires, telles que manivelles, clefs, curette, forets, etc., du prix total de . . . . .                   | 153 f. c.;    |
| Il faut y ajouter un bâtis, en bois de hêtre, que le même fabricant fournit pour . . . . .                               | 36 f. c.;     |

Ainsi le prix total d'une sonde prête à travailler, et pouvant s'enfoncer à 44 mètres, est de . . . . . 1.318 f. 20 c.

Si l'on veut faire pénétrer la sonde au-delà de cette profondeur, on ajoute à la tige, des alonques de 2 mètres, dont chacune coûte avec ses boulons 24 fr. 20 c., de sorte que la dépense augmente seulement de 12 fr. 10 c. pour chaque mètre de profondeur, au-delà des 44 premiers.

Cette même sonde complète coûtait 1.623 fr. 42 c., avant que M. Antiq en eût entrepris la fabrication, et l'augmentation de dépense pour chaque mètre d'enfoncement, au-delà des 44 premiers, était de 15 fr. 50 c., d'où il suit que les travaux de ce mécanicien ont facilité l'exploration des espaces souterrains.

M. Fourmand, à Nantes (Loire-Inférieure), expose des câbles en fer, à l'usage de la marine. Depuis l'Exposition de 1823, il a perfectionné ce genre de fabrication, qu'il avait déjà le mérite d'avoir introduit dans une contrée maritime;

c'est ce que prouve l'empressement avec lequel ces produits sont recherchés par les marins. Le fer que ce fabricant emploie provient de l'usine de la Basse-Indre, où l'affinage s'exécute par le moyen de la houille et du laminoir, circonstance remarquable qui est certifiée par les autorités du département de la Loire-Inférieure.

MM. de Raffin jeune et compagnie, à Nevers (Nièvre), fabriquent, depuis l'année 1825, des chaînes-câbles pour la marine, tant avec les fers du Berri, affinés au charbon de bois et forgés sous le marteau, qu'avec les fers obtenus par le moyen de la houille et du laminoir, dans l'usine de Fourchambault (Nièvre). La quantité de leurs produits en ce genre s'élève annuellement à 2.400 quintaux métriques. On éprouve les câbles au moyen d'une presse hydraulique et d'une romaine perfectionnée. Dans l'épreuve d'un câble fabriqué avec du fer de 32 millimètres (14 lignes) de diamètre, il a été constaté par les autorités de la ville de Nevers, que ce câble avait résisté à une force de 340 quintaux métriques, et qu'en continuant de le tendre on n'avait pas pu parvenir à le rompre. La fabrique de MM. de Raffin a obtenu, pour les années 1827 et 1828, la fourniture de 48 chaînes-câbles pour frégates, corvettes et bâtimens légers de la marine royale, au prix de 140 fr. le quintal métr., en fer dont le diamètre doit varier entre 2 et 4 centimètres, suivant les n<sup>os</sup>. des divers câbles. Un tel câble a 50 mètres de long, et pour lui donner une longueur quelconque, il suffit d'en réunir plusieurs par le moyen de chaînons intermédiaires; il porte, de distance en distance, des *émérillons*, tellement ajustés, que le fer ne peut jamais se tordre, quel-

que mouvement de torsion qui soit imprimé au câble ; en même temps, un *étançon*, placé en travers dans chacun des chaînons, empêche le fer de s'étendre dans le sens de la longueur. La situation de ce nouvel établissement lui permet de répandre d'excellens produits dans tous les ports de la France. Déjà les marins ont reconnu que les chaînes-câbles résistent mieux au frottement, font un meilleur service, et sont même d'un usage plus commode pour le matelot, que les câbles de chanvre.

MM. Dechamps et compagnie, à la Charité-sur-Loire (Nièvre), ont établi, depuis l'Exposition de 1823, une usine dans laquelle ils fabriquent une grande quantité de produits très-variés, à l'usage des bâtimens, tels que serrures, loquets, verroux, charnières, poignées, espagnolettes, et vis de plusieurs sortes ; ces objets, d'un prix modéré, sont exécutés presque entièrement avec du fer affiné à la houille, qui provient de l'usine de Fourchambault (Nièvre).

MM. de Guaita et compagnie, à Zornhoff (Bas-Rhin), fabriquent, depuis l'année 1825, dans leur établissement déjà cité au sujet des scies et des limes, un grand nombre d'outils et d'ustensiles propres à une foule d'usages, tels que rabots, ciseaux, tenailles, étaux, vrilles, vilebrequins, compas, moulins à café, etc. Ces produits, qui sont abondans et d'un prix modéré, ont subi l'épreuve du commerce, d'une manière satisfaisante.

MM. Peugeot frères, Calame et Salins, à Hérimoncourt (Doubs), déjà cités au sujet des scies, exposent des outils divers, tels que truelles, racleurs, fers de rabots et agrafes en acier ; ces pro-

duits confirment ce qui a déjà été dit sur l'activité de leurs ateliers.

M. Hue, à l'Aigle (Orne), expose des marteaux propres à tailler les meules de moulin, des filières perfectionnées, et un outil par le moyen duquel on peut percer toutes sortes de filières ; ces objets, déjà mentionnés au sujet de l'acier, sont regardés comme étant d'une qualité supérieure, dans les tréfileries renommées du département de l'Orne, et dans un grand nombre d'autres ateliers.

M. Blanchard, à Paris, présente une collection complète d'outils à l'usage des selliers et des bourreliers, tels que couteaux demi-circulaires à pied, et autres de diverses formes, couteaux mécaniques, soit pour couper les rênes en longueur, soit pour amincir le cuir, griffes propres à percer les points de couture, enfin toutes sortes d'instrumens destinés à la confection des harnais, selles et brides ; tous ces outils sont fabriqués en acier fondu. M. Blanchard en fournit annuellement 14.000 pièces aux selliers les plus renommés de Paris, et ceux-ci déclarent, par un certificat, que ce sont les meilleurs outils qu'ils aient jamais employés. Par le moyen du couteau mécanique pour amincir le cuir, on peut obtenir six bandes de cuir dans une épaisseur de trois quarts de ligne ; le couteau pour couper les rênes en longueur opère avec autant de netteté que de promptitude ; la griffe destinée à percer les points de couture porte communément 20 dents par pouce courant ; M. Blanchard présente une semblable griffe qui porte 50 dents par pouce ; il y a joint une griffe à roulette, pour le même objet.

MM. Arnheiter et Petit, à Paris, exposent une

collection de toutes sortes d'instrumens et outils, dont les principaux sont à l'usage de l'agriculture et du jardinage, tels que sécateurs, pinces à incision pour la vigne, ébranchoirs, cisailles, cueilloirs, coupe-racines, etc.; les tranchans de tous ces outils sont en acier fondu; l'un des sécateurs est capable de couper une branche de 3 pouces de diamètre. Un couteau à tranchant circulaire, qui est destiné à couper en petits morceaux les racines les plus dures qu'emploie la pharmacie, a été approuvé par l'Académie royale de médecine, ainsi qu'une pince destinée à déboucher les bouteilles d'eaux minérales.

Il convient encore de rappeler beaucoup d'autres outils et ustensiles divers, qui sont exposés par les fabricans dont suivent les noms :

M. Cagniard-Damainville, à Crépy (Oise), présente une sonde pour le percement des puits artésiens, des pièges à taupes, et des louchets pour l'extraction de la tourbe;

M. Mulot, à Épinay (Seine), une sonde de mineur ou de fontenier, avec divers instrumens pour la construction des puits artésiens;

M. Mesnil, à Nantes (Loire-Inférieure), des haches, des pelles, des houes et d'autres outils aratoires, objets dont il a introduit la fabrication dans cette ville;

MM. Leignadier et compagnie, à Paris, des tubes de tôle plaquée en laiton, un lit, des espagnolettes et des barreaux de rampe d'escalier, objets fabriqués avec ces tubes métalliques;

M. Bémont, à Croissy près Châtou (Seine-et-Oise), tous les outils et ustensiles qu'emploient les tonneliers, produits qui se font remarquer par le beau poli de l'acier;

M. Audollent, à Paris, divers outils pour les arts et métiers, ainsi que des pièces de machines à l'usage des filatures;

M. Grün, à Guebwiller (Haut-Rhin), des étrilles et des traverses pour châssis de fenêtres, objets fabriqués par un procédé mécanique;

M. Camus, à Paris, les divers produits de l'art de l'éperonnier;

M. Ehrenberg, à Paris, des outils d'ébénistes et de menuisiers;

M. Favreau, à Paris, un outil propre à l'extraction de l'argile, dite terre-glaise;

M. Poisson, à Toulouse (Haut-Garonne), un étau en fer poli, et un étau ordinaire à fourchette;

M. Delaporte, à Paris, des dés à coudre, dits *façon d'Allemagne et d'Angleterre*, soit en acier, soit en cuivre, et des crics pour mécanismes de lampes.

M. Deleuil, à Paris, expose un scarificateur destiné à remplacer la pose des sangsues, un briquet pyropneumatique, et des lampes de sûreté pour les travaux souterrains; ces lampes sont bien exécutées, d'après les modèles qui ont été fournis au fabricant par l'École royale des Mines. M. Deleuil a fabriqué avec le même succès une lampe qui complète l'équipage de sûreté, par le moyen duquel on peut pénétrer dans les travaux souterrains, lors même qu'ils sont remplis de gaz délétères.

M. Fouques fils, à Pont-Saint-Ours (Nièvre), présente un essieu d'avant-train, en fer forgé, qu'il a fabriqué suivant le modèle des Diligences générales de France; et un essieu d'artillerie, conforme au nouveau modèle. Ces essieux, exécutés avec précision, sont faits avec les rognures

de la tôle mince qui est destinée à la fabrication du fer-blanc dans l'usine déjà citée de M. Fouques. Chaque essieu résulte d'un travail par lequel environ 12.000 morceaux d'excellent fer ont été forgés et soudés ensemble.

M. Gravier, à Valenciennes (Nord), expose un essieu de voiture, en fer corroyé ; c'est le premier produit d'un atelier dans lequel ce carrossier vient d'établir une machine pour fabriquer, à l'imitation d'un procédé récemment introduit en Angleterre, des essieux de toutes les dimensions en usage. D'après l'annonce du fabricant, ces nouveaux essieux n'ont besoin d'être graissés que tous les six mois. Par un autre effet de leur disposition, les roues ne peuvent ni se détacher de la voiture, ni se gauchir, et le bruit qu'elles font entendre est moindre que celui qui résulte de l'emploi des essieux à clavettes.

M. Pot, à Nevers (Nièvre), présente un gros marteau de forge, en fer corroyé et trempé, du poids de 477 kilogrammes, ouvrage exécuté avec précision, sans le secours du burin ni de la lime.

MM. Leglay frères, à Lachalade et aux Islettes, (Meuse), un affût en fer forgé, qui porte une pièce d'artillerie exécutée en rubans de fer, et du calibre de deux pouces ;

L'Ecole royale d'arts et métiers, d'Angers (Maine-et-Loire), des outils divers qui sont en général exécutés avec soin et précision ;

MM. Pihet frères, à Paris, un lit en fer plat, avec dos à jour, du poids de 47 kilogrammes et du prix de 47 francs, ouvrage exécuté sur le modèle de 30.000 lits qui ont été commandés pour le service du département de la Guerre ;

M. Bainée, à Paris, une couchette en fer, avec dossier plein, construite comme le sont les lits employés dans le Collège royal de Louis-le-Grand, ouvrage du prix de 120 fr. ;

M. Berthier, à Paris, un étau à patte, en fer étamé, et un lit en fer rond étamé, qui est du prix de 600 francs ;

MM. Titot et Chatelux, déjà cités au sujet de la serrurerie, une couchette en fer ;

MM. Martin et compagnie, à Fourchambault (Nièvre), un lit en fonte moulée, dont le fond est un réseau élastique, formé de fer plat ;

MM. Renette et *c<sup>ie</sup>*, et M. Armbruster, à Paris, des rifloirs et brunissoirs ;

M. Bourgoïn, à Paris, des objets à l'usage des graveurs et des ciseleurs ;

M. Dinant, à Paris, des outils de menuisiers et d'ébénistes ;

M. Hartmann, à Paris, des instruments à l'usage des mécaniciens ;

M. Pupil, et M. Lenormand, à Paris, des burins ;

MM. Leclerc et Dequenue, à Raveau (Nièvre), des ressorts de voiture, et divers objets de tail-  
landerie ;

M. Vuillefroy, à Laon (Aisne), une clef de voiture, objet destiné à remplacer la *clef anglaise* ;

M. Fossey, à Paris, une cisaille susceptible d'être adaptée à une machine ;

M. Naudot-Roblet, à Langres (Haute-Marne), un étau à pied, du poids de 26 kilogrammes, 5 ;

M. Croisez, à Paris, des filières et leurs accessoires, ainsi que des vis et boulons :

Ces divers objets, qui servent à l'exercice d'un grand nombre de professions utiles, se recom-

mandent en général par la qualité de la matière, par des formes convenables, et par la modération des prix.

Armes  
blanches.

Des lames de sabre damassées sont exposées par M. Treppoz, coutelier à Paris, et par MM. Leclerc et Dequenne, déjà cités au sujet de l'acier. M. Dida, à Paris, présente des casques exécutés en laiton doré, objets d'armement, dont le mérite ne pourra être déterminé que par des épreuves faites dans le département de la Guerre.

MM. Coulaux aîné et compagnie, à Molsheim et à Klingenthal (Bas-Rhin), exposent des cuirasses dont le mérite est déjà constaté, ainsi que le prouve une lettre du Ministre de la guerre, en date du 1<sup>er</sup> juin 1827. Il s'agissait de trouver une matière ou *étouffe* de fer et d'acier, propre à la fabrication des cuirasses. Le poids était fixé à 17 livres pour chacune, le plastron seul étant du poids de 12 livres et demie; ces cuirasses devaient résister au choc de la balle, à une distance de 40 mètres. Parmi de nombreux concurrens, MM. Coulaux seuls ont fourni une étouffe qui remplit toutes les conditions exigées. Dans les épreuves ordonnées par le Ministre de la guerre, les cuirasses qu'ils fabriquent ont très-bien résisté au choc des balles de calibre, même à la distance de 30 mètres. Chacun des plastrons a été frappé de cinq coups de balle, et aucun n'a été traversé; on voit à l'Exposition ces cuirasses, dont on admire en outre la belle exécution et le poli brillant.

Armes à feu.

M. Lepage, à Paris, expose un grand nombre de belles armes à feu parmi lesquelles on distingue les objets suivans: un fusil tournant, à quatre coups, présente une disposition nouvelle; un

fusil double porte une platine qui se trouve à l'abri de l'eau et du feu; dans une carabine double, on voit un cylindre à cinq charges, avec une seule détente: c'est une arme que l'on charge sans bague; une carabine simple et une paire de pistolets sont également pourvues de cylindres à cinq charges; une autre paire de pistolets offre des canons en acier fondu; une paire d'espingoles porte deux canons à orifices elliptiques. Toutes ces armes sont exécutées avec une rare précision. Les fusils ou carabines, au nombre de douze, sont en général des armes à percussion, dont les canons sont rayés en spirale. Une seule des armes exposées est un fusil à pierre, dont l'exécution ne laisse rien à désirer: ce fusil appartient au Roi.

M. Renette, à Paris, déjà cité au sujet des limes et des outils, présente six canons de fusil doubles qui sont damassés avec une parfaite régularité, et trois fusils doubles, à percussion, dont les canons, également damassés, présentent d'agréables dessins. Ces canons, composés de rubans de fer et d'acier, offrent une grande résistance, à cause du soin et de l'adresse avec lesquels on dispose les lames de métal, soudées ensemble pour les former. Un semblable canon double, damassé, qui pèse 1 kilogramme,5, est le résidu de 16 kilogrammes,5 de métal, que l'on emploie pour le fabriquer. C'est à l'école de M. Renette que se sont formés la plupart des fabricans de canons damassés. Dans les fusils qu'il expose, les canons recouvrent les platines, afin que ni la flamme, ni l'eau ne puissent pénétrer dans le bois par les joints; les plus habiles arquebusiers ont adopté cette nouvelle disposition.

M. Prélat, à Paris, présente plusieurs fusils et pistolets à percussion, un nécessaire de pistolets et une carabine à double détente; ces armes, disposées suivant les systèmes qui sont actuellement en usage, ont aussi le mérite d'une belle exécution; dans les pistolets on admire la richesse et la perfection des ciselures en or.

M. Cessier, à Paris, présente trois fusils doubles à percussion: l'une de ces armes est un fusil à la *Pauly*, dans lequel, par une disposition particulière, on a fait en sorte que l'amorce fût indépendante de la cartouche. Le feu de la première, qui est placée au-dessus du canon, va rejoindre le fond de la seconde, qui, n'étant revêtue que d'un léger papier, se laisse percer par la fusée de l'amorce. Dans un autre fusil double, les grands ressorts sont rejetés à la partie postérieure des platines, qui deviennent ainsi moins longues par-devant: il en résulte que la force des bois n'est pas diminuée par la situation des grands ressorts, comme cela se voit dans les fusils ordinaires.

M. Lamotte, à Saint-Étienne (Loire), présente une paire de pistolets exécutés dans le goût oriental, et garnis en or, avec canons et platines ornés de ciselures sur acier.

M. Delebourse, à Paris, expose quatre fusils doubles, à percussion; ces armes sont des fusils tournans; il en est deux qui présentent l'utile innovation que nous avons déjà remarquée au sujet de l'emplacement des grands ressorts dans les platines, et de la force des bois.

M. Pottet-Delcusse, à Paris, présente neuf fusils, tant doubles que simples, et plusieurs paires de pistolets, armes disposées suivant divers systèmes nouveaux. Parmi ces ouvrages, on distingue

ceux que voici: Dans un fusil à quatre coups, le tonnerre se relève par le moyen d'une charnière, pour recevoir les quatre charges, après quoi, le tonnerre est fixé par le moyen d'une cale faisant office de coin. Plusieurs fusils offrent des platines réduites à une grande simplicité. Les armes que l'on nomme *fusils à la Pottet* sont en général chargées par la culasse, et pourvues chacune d'un magasin d'amorces. Ces armes subissent, depuis un an, l'examen d'une Commission au Ministère de la guerre; les résultats des essais paraissent leur donner l'avantage sur les fusils de nombreux concurrens qui cherchent les moyens d'accélérer la charge des armes de guerre, et d'empêcher que le soldat ne reste à découvert en chargeant. Le mérite de ces innovations ne pourra être définitivement jugé que par l'expérience.

M. Lelyon, à Paris, expose plusieurs fusils à un seul canon et à quatre charges, avec cylindres tournans, un fusil double avec la même disposition, un autre avec platine raccourcie et grand ressort logé par-derrière; enfin, un nécessaire d'armes, tellement disposé, que, sur un même cylindre tournant, on peut ajuster, soit un canon de pistolet, soit un canon de fusil ou de carabine.

M. Prieur, à Paris, présente trois fusils doubles à percussion: dans l'une de ces armes les chiens sont placés en dessous; dans un autre ils sont en dessus; le troisième fusil porte un coffre en fer pour le jeu des platines. Le temps seul fera connaître ce qu'il faudra penser de ces diverses innovations.

M. Albert-Bernard, à Paris, expose plusieurs canons en damas et à rubans, exactement dressés tant au dehors qu'au dedans, ouvrages parmi les-



quels on admire, comme un tour d'adresse, un canon simple dont les rubans croisés tournent, l'un à droite et l'autre à gauche, avec une parfaite régularité.

M. Bernard, à Paris, outre deux canons doubles, en damas, dont le dessin figure une spirale, présente un canon simple dont les rubans, croisés symétriquement, tournent en deux sens opposés;

M. Prévost, à Mezières ( Ardennes ), un canon double, en damas, d'un dessin régulier;

M. Lefaucheux, à Paris, six fusils doubles, dont trois dans le système ordinaire, et trois à la Pauly; deux de ces derniers offrent l'amélioration déjà indiquée relativement aux ressorts des platines.

M. Rousseau, à Chartres ( Eure-et-Loir ), présente un fusil double et une paire de pistolets, armes dans chacune desquelles une chaînette lie une branche du grand ressort avec le chien; cette nouvelle disposition oblige de retourner l'arme pour en faire usage.

M. Mahiet fils, à Tours ( Indre-et-Loire ), expose un fusil double dont le canon est damassé, et un fusil à percussion, qui est richement orné.

M. le colonel, marquis d'Espinay Saint-Denys, à Paris, présente un grand nombre d'armes de guerre, qui sont disposées suivant divers systèmes nouveaux; la disposition des fusils et mousquetons a pour but cinq objets que voici: 1°. d'empêcher que la balle ne puisse tomber hors du canon; 2°. de permettre et de faciliter la charge par la culasse; 3°. de dispenser d'amorcer à chaque coup; 4°. de dispenser de déchirer la cartouche; 5°. de lier le chien et la batterie du fusil entre eux, de telle manière que l'on puisse à

volonté rendre ces pièces indépendantes l'une de l'autre. Aux fusils et mousquetons, M. d'Espinay a joint des lances et des chevaux de frise, dont il propose diverses combinaisons. Comme tous ces objets concernent l'armée française, le Ministre de la guerre pourra seul déterminer le mérite des innovations proposées.

Il convient encore de rappeler, comme ayant exposé, soit des armes à feu, soit des objets qui s'y rapportent, les personnes dont suivent les noms:

M. Lautussat, à Paris, présente un fusil à deux coups;

MM. Boche et Aubin, à Paris, des amorces et des poires à poudre;

M. Montangérand, à Joigny ( Yonne ), des capsules imperméables pour les fusils à piston.

MM. Leglay frères, à Lachalade et aux Islettes ( Meuse ), ont fabriqué une petite pièce de canon: cette pièce, du poids de 60 kilogr., porte un boulet à 1.500 mètres; le Ministre de la guerre, en 1822, ordonna de la déposer dans le Musée d'artillerie à Paris, et de l'y conserver comme un objet de curiosité, en y faisant graver le nom des fabricans.

Parvenus au terme de l'examen dont le soin nous était confié, résumons les principales conséquences des faits réunis dans ce rapport. Conclusion.

Depuis l'Exposition de 1823, l'industrie métallurgique a fait en France des progrès incontestables: d'anciens établissemens ont été améliorés; de nouveaux procédés sont introduits avec succès dans les ateliers; plusieurs départemens ont vu s'élever un grand nombre de nouvelles fabriques. Les progrès de l'industrie métallurgique sont

en général plus grands à l'égard des métaux ouvrés, qu'à l'égard des métaux bruts ; cependant, parmi ces derniers, la fabrication du fer a pris, en France, un heureux développement qui depuis long-temps était désiré ; ce métal est sans contredit celui dont la production donne lieu au travail le plus actif, celui qui reçoit de l'industrie manufacturière les plus grands accroissemens de valeur.

La qualité des produits, soit bruts, soit ouvrés, a reçu d'importantes améliorations ; la quantité s'en est tellement accrue, qu'aujourd'hui l'on craint moins de voir les produits manquer aux consommateurs, que de voir les consommateurs manquer aux produits. Cette situation étant commune à la France et à plusieurs autres pays, on peut espérer qu'elle deviendra un nouveau gage du maintien de la paix, dont tous les peuples industriels sentiront de plus en plus le besoin.

Le prix des métaux, soit bruts, soit ouvrés, a diminué dans plusieurs genres de fabrication ; cependant, presque tous les produits métalliques se vendent encore plus cher en France, que dans les pays étrangers : c'est une vérité qu'il faut avoir le courage de reconnaître ; car, ce ne serait pas encourager dignement l'industrie, que de la flatter en lui dissimulant sa véritable position.

La différence, quelquefois considérable, qui existe entre le prix des produits métalliques, achetés en France, et le prix des mêmes objets, tirés des pays étrangers, se trouve balancée, jusqu'à un certain point, par les droits de douanes, auxquels ces derniers sont soumis, à leur entrée en France ; c'est ce qu'indiquent les tableaux

présentés dans le cours de ce rapport. (V. p. 408, 424 et 478.)

Les droits de douanes sont en général établis de manière que l'industrie française soit convenablement protégée contre l'industrie étrangère, mais qu'en même temps, la première ne s'endorme pas à l'abri d'un rempart que la seconde pourrait alors franchir. Si d'un côté, il importe que ces droits soient maintenus, parce que de leur existence dépend celle d'un grand nombre d'établissemens français, de l'autre, il est à désirer, dans l'intérêt des consommateurs, qu'il devienne possible de modérer ces mêmes droits, sans inconvénient pour l'industrie métallurgique ; mais aujourd'hui, l'amélioration de cette industrie dépend moins de nouveaux progrès à faire dans les arts qui s'y rapportent, que de certaines circonstances qui, loin d'être en son pouvoir, la maîtrisent impérieusement : tels sont les prix des combustibles, de la main-d'œuvre, et des transports.

Il pourra donc s'écouler bien du temps encore, avant qu'il soit possible de supprimer, sans inconvénient, ou même de modérer les droits de douanes, qui s'opposent à l'entrée des métaux étrangers. En effet, chez plusieurs nations industrielles, les métaux sont obtenus, ou élaborés, à beaucoup meilleur marché qu'ils ne peuvent l'être en France ; cet avantage, pour les peuples étrangers, résulte de ce que chez eux le prix des combustibles est moindre qu'en France, les moyens de communication sont plus faciles et moins dispendieux, en même temps que la main-d'œuvre est moins coûteuse. Ainsi, la France ne pourra soutenir la concurrence avec les nations rivales de son industrie, que si d'abord on n'a perfectionné

l'exploitation de ses forêts et de ses mines, facilité sa navigation intérieure, complété ses moyens de communication, abaissé le prix des matières et de la main-d'œuvre, ouvert de nouveaux débouchés à certains produits, enfin, éclairé les spéculateurs, dont l'ardeur semble quelquefois avoir besoin d'être modérée.

Déjà plusieurs de ces vœux, formés en faveur de l'industrie française, sont exaucés par le gouvernement paternel du Roi, en tout ce qui le concerne. Une connaissance exacte des faits relatifs aux produits métallurgiques pourra contribuer à compléter des améliorations heureusement commencées; car, on a dit avec raison, que « la connaissance des faits écarte les fausses opinions chez les particuliers, et les fausses mesures chez ceux qui gouvernent. »

## TROISIÈME PARTIE.

*LISTE indicative des distinctions accordées par le Roi, relativement aux Arts métallurgiques, par suite de l'Exposition des produits de l'industrie française, de l'année 1827.*

Le Jury central de l'Exposition des produits de l'industrie française, en l'année 1827, a décerné, pour les objets suivans, aux personnes ci-après nommées, les distinctions que voici;

*Relativement au PLOMB :*

A M. Lenoble, à Paris, rue des Coquillés, n<sup>o</sup>. 2,

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823, pour tuyaux de plomb, étirés sans soudure;

A M. Partarrieu, au nom de l'ancienne manufacture royale de plomb laminé, à Paris, rue Béthisy, n<sup>o</sup>. 20,

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1819, pour feuilles de plomb laminé;

A la Société anonyme, pour la manutention du plomb, à Clichy-la-Garenne, près Paris,

*Médaille de bronze*, pour tuyaux de plomb étirés sans soudure, et feuilles de plomb laminé;

A MM. Voisin et compagnie, à Paris, rue Neuve-Saint-Augustin, n<sup>o</sup>. 32,

*Mention honorable*, pour feuilles de plomb coulé.

*Relativement au CUIVRE :*

A MM. Debladis, Auriacombe, Guérin jeune, et Bronzac, à Imphy (Nièvre),

*Médaille d'or*, pour feuilles de cuivre laminé, fonds de chaudière, clous et barreaux de cuivre propres au service de la marine (Voyez *TÔLE, FER-BLANC*);

A MM. Frèrejean et fils, à Lyon (Rhône), et à Pont-l'Évêque (Isère),

*Médaille d'or*, pour fonds de chaudière de grandes dimensions, feuilles de doublage, et autres produits en cuivre raffiné (Voyez *LAITON, ZINC*);

A M. Mazarin, à Toulouse (Haute-Garonne),

*Médaille de bronze*, pour feuilles de cuivre laminé et fonds de chaudière;

A MM. Cartier fils et Guérin, à Paris, rue des Cinq-Diamans, n<sup>o</sup>. 20, et à Conflans-Sainte-Honorine, près Paris,

*Idem*, pour planches de cuivre propres à la gravure et au plaqué, et pour barreaux de cuivre destinés à l'étirage en fil;

A M. Thiébaud aîné, à Paris, rue du Ponceau, n<sup>o</sup>. 32,

*Idem*, pour cylindres en cuivre jaune, propres à l'impression des toiles peintes, et autres en cuivre rouge, dits rouleaux anglais;

A MM. Solazzo et Letellier, à Paris, rue du Regard Saint-Germain, n<sup>o</sup>. 50,

*Mention honorable*, pour cylindre d'impression, en cuivre, gravé par le procédé de la molette roulante;

A M. Parquin, à Paris, rue de Popincourt, n<sup>o</sup>. 66,

*Idem*, pour ustensiles en cuivre, exécutés au tour, sur des mandrins en bois, composés de pièces mobiles;

A M. Cassé fils, à Paris, rue de la Chaussée-d'Antin, n<sup>o</sup>. 46,

*Idem*, pour bustes en cuivre, exécutés au marteau;

A M. Billon, à Paris, rue Neuve-Saint-Martin, n<sup>o</sup>. 55,

*Idem*, pour ustensiles en cuivre;

A M. Delbeuf, à Paris, rue Dauphinè, n<sup>o</sup>. 16,

*Citation*, pour *idem*;

A M. Egrot, à Paris, rue de la Grande-Truanderie, n<sup>o</sup>. 37,

*Idem*, pour *idem*.

*Relativement au LAITON :*

A MM. Frèrejean et fils (Voyez *CUIVRE, ZINC*),  
*Mention honorable*, pour feuilles de laiton laminé.

*Relativement au ZINC :*

A M. Averty, à Paris, rue Neuve-des-Mathurins, n<sup>o</sup>. 10,

*Médaille de bronze*, pour divers ouvrages en zinc;

A MM. Frèrejean et fils (Voy. *CUIVRE, LAITON*),  
*Mention honorable*, pour feuilles de doublage en zinc laminé.

*Relativement à l'ÉTAIN :*

A M. Clancau, à Paris, faubourg Saint-Antoine, n<sup>o</sup>. 3,

*Médaille de bronze*, pour feuilles propres à l'étamage des glaces, planches destinées à la gravure, et feuilles minces, dites paillons d'étain.

*Relativement au BRONZE :*

A M. Hildebrand, à Paris, rue Saint-Martin, n<sup>o</sup>. 202,

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823, pour cloches, sonnettes, grelots et timbres ;

A M. Osmond-Dubois, à Paris, rue Saint-Martin, n<sup>o</sup>. 1874,

*Mention honorable*, pour cloches, carillons et sonnettes ;

A M. Lenoble, à Paris, rue Aumaire, n<sup>o</sup>. 2,

*Citation*, pour une cloche exposée avec son moule ;

A M. Amant, à Paris, quai Pelletier, n<sup>o</sup>. 14,

*Idem*, pour sonnettes et timbres.

*Relativement au PLATINE :*

A M. Bréant, à Paris, quai de Conti, n<sup>o</sup>. 11,

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1825, pour capsules en platine, grand siphon du même métal, et grande coupe de *palladium* ;

A MM. Cuocq Couturier et compagnie, à Paris, rue de Lulli, n<sup>o</sup>. 1,

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1819, pour une grande feuille de platine laminé.

*Relativement à la FONTE DE FER :*

A MM. Manby et Wilson, à Charenton, près Paris,

*Médaille d'or*, pour grosses pièces de machines, en fonte moulée (Voyez *FER*) ;

A MM. Risler frères et Dixon, à Cernay et à Mulhausen (Haut-Rhin),

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1823, pour pièces de machines en fonte de fer (Voy. *CARDES*) ;

A MM. Aubertot père et fils, à Vierzon (Cher),

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour cheminées et petits tuyaux en fonte moulée (Voyez *FER*) ;

A MM. Martin et compagnie, à Fourchambault (Nièvre),

*Médaille d'argent*, pour cylindres de laminoirs, roues et lits, en fonte ;

A MM. Waddington frères, à Saint-Remy-sur-Avre (Eure-et-Loir),

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823, pour pièces de machines ;

A M. Mentzer, à Paris, rue Saint-Victor, n<sup>o</sup> 44,

*Idem*, pour mortiers et autres objets en fonte polie ;

A MM. Dumas et fils, à Paris, rue de Charonne, n<sup>o</sup>. 27,

*Idem*, pour petites pièces et ouvrages de bijouterie, en fonte moulée ;

A Madame veuve Dietrich et fils, à Niederbronn (Bas-Rhin),

*Médaille de bronze*, pour pièces de machines, ustensiles et ornemens (Voyez *FER*) ;

A M. Ratcliff, à Paris, rue Saint-Ambroise, n<sup>o</sup>. 5 bis,

*Idem*, pour pièces détachées, à l'usage des mécaniciens ;

A M. Benoit, à Paris, rue Neuve-Popincourt, n<sup>o</sup>. 7,

*Idem*, pour vases et console, en fonte ;

A M. Richard, à Paris, rue des Trois-Canettes, n<sup>o</sup>. 13,

*Idem*, pour petites pièces et bijoux, en fonte ;

A MM. Boigues et fils, à Fourchambault, (Nièvre),

*Mention honorable*, pour fonte propre au moulage,

T. II, 6<sup>e</sup>. livr. 1827.

obtenue par le moyen du coke mêlé avec le charbon de bois (Voyez FER);

A la Société anonyme des fonderies de Vizille (Isère),

*Idem*, pour fonte de fer obtenue par le moyen de l'an-thracite (houille sèche) mêlée avec le coke;

A M. de Pracontal, au fourneau de Tourbe-Rouge (Manche),

*Idem*, pour marmites et chenets, en fonte;

A MM. Huvelin de Bavilliers et compagnie, à Premery (Nièvre),

*Citation*, pour un modèle d'enveloppe de haut-fourneau, en fonte de fer;

A M. Laurent-Thiébaud, à Paris, rue de Paradis-Poissonnière, n<sup>o</sup>. 12 bis,

*Idem*, pour cylindres de laminoirs;

A M. Delaroché fils, à Paris, rue du Bac, n<sup>o</sup>. 58,

*Idem*, pour appareils de cheminées;

A M. André, à Paris, quai de la Mégisserie, n<sup>o</sup>. 48,

*Idem*, pour balcons et autres objets à l'usage des bâtimens;

A M. Duval, à la Gouberge (Eure),

*Idem*, pour lit en fonte de fer (Voy. TRÉFILERIES);

A M. Calla, à Paris, faub. Poissonnière, n<sup>o</sup>. 92,

*Idem*, pour grosse borne en fonte;

A M. Barbeau, à Paris, quai de la Mégisserie, n<sup>o</sup>. 18,

*Idem*, pour foyers;

A M. Gilbert, à Paris, rue du Croissant, n<sup>o</sup>. 9,

*Idem*, pour foyers et chenets;

A M. Ménétrier, à Sellières (Jura),

A M. Houdaille, à Paris, rue Saint-Martin, n<sup>o</sup>. 171,

A M. Marchand, à Paris, rue Saint-Martin, n<sup>o</sup>. 185,

*Idem*, pour ouvrages de bijouterie en fonte de fer.

Relativement au FER EN BARRES :

A MM. Boigues et fils (Voyez FONTE),

*Médaille d'or*, pour fer de bonne qualité, affiné à la houille, façonné au laminoir, et propre à la fabrication des chaînes-câbles;

A M. Thué, à Crozon (Indre),

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour fers en verges propres à la clouterie;

A MM. Mathey frères et Guénard, aux Forges de Montcey (Doubs),

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823, pour fer en barres et en rubans, affiné à la houille, et façonné au laminoir;

A M. Muel-Doublat, à Abainville (Meuse),

*Médaille de bronze*, pour petits fers de fenderie, ainsi que pour fers ronds et autres, affinés à la houille, et façonnés au laminoir;

A la Compagnie des forges de la Basse-Indre (Loire-Inférieure),

*Idem*, pour fer feuillard et fer fort, provenant des fontes de Bretagne, affinés par le moyen de la houille et du laminoir;

A M. Michel jeune, aux forges de Corbançon (Indre),

*Idem*, pour fer en barres et fer en verges, affinés au charbon de bois et forgés au marteau;

A MM. Gignoux et compagnie, à Grèze et à Cuzorn (Lot-et-Garonne),

*Idem*, pour fer obtenu de forges catalanes, avec économie du charbon de bois ;

A MM. Manby et Wilson (Voyez *FONTE*),

*Mention honorable*, pour fer entièrement fabriqué à la houille, et pour barres façonnées au laminoir, qui sont employées dans un chemin de fer, allant de Saint-Étienne à Lyon ;

A MM. Aubertot père et fils (Voyez *FONTE*),

*Idem*, pour fer de petites dimensions et bandages de roues, objets fabriqués au charbon de bois et au marteau ;

A M<sup>me</sup>. veuve Dietrich et fils (Voyez *FONTE*),

*Idem*, pour socs de charrue, fers en cercles et autres, fabriqués par le moyen du charbon de bois ;

A M. Parant, à Limoges (Haute-Vienne),

*Idem*, pour fers de divers échantillons, *idem*.

*Relativement à l'ACIER :*

A M. Ruffié fils, à Foix (Ariège),

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1823, pour acier naturel et acier cimenté (Voyez *FAULX, LIMES*) ;

A MM. Monmouceau père et fils et compagnie, à Orléans (Loiret),

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1819, pour acier cimenté (Voyez *LIMES*) ;

A MM. Leclerc et Dequenue, à Raveau (Nièvre),

*Idem*, pour acier cimenté (Voyez *LIMES, TÔLE, TRÉFILIERIES*) ;

A MM. Sirodot et compagnie, à Bèze (Côte-d'Or),

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1819, pour acier naturel, raffiné (Voyez *TÔLE*) ;

A M. Rivals-Gincla, aux forges de Gincla (Aude),

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1825, pour acier cimenté, propre à la fabrication des limes (V. *LIMES*) ;

A MM. Gaultier de Claubry et compagnie, à Bercy, près Paris (Seine),

*Médaille d'argent*, pour acier cimenté, et acier fondu ;

A M. Hue, à l'Aigle (Orne),

*Médaille d'argent*, pour acier propre à la fabrication des filières (Voyez *OUTILS DIVERS*) ;

A M. Falatieu (Joseph-Louis), à Pont-du-Bois (Haute-Saône),

*Médaille de bronze*, pour acier naturel, raffiné ;

A la Fabrique d'acier d'Illkirch (Bas-Rhin),

*Idem*, pour acier cimenté (Voyez *LIMES*) ;

A M. Valond, à Saint-Clair-sur-Galaure (Isère),

*Idem*, pour acier naturel, propre à la fabrication des ressorts de voitures ;

A MM. Garrigou, Massenet et compagnie, à Toulouse (Haute-Garonne),

*Mention honorable*, pour acier cimenté, propre à la fabrication des faulx (Voyez *FAULX, LIMES*) ;

A M. Saint-Bris, à Amboise (Indre-et-Loire),

*Idem*, pour acier cimenté, propre à la fabrication des limes (Voyez *LIMES*) ;

A MM. Coulaux aîné et compagnie, à Molsheim (Bas-Rhin),

*Idem*, pour acier naturel, raffiné (Voyez *FAULX, LIMES, SCIÉS, OUTILS DIVERS, ARMES BLANCHES*) ;

A MM. Abat, père et fils et compagnie, à Pamiers (Ariège),

*Idem*, pour acier cimenté, propre à la fabrication des limes (Voyez *LIMES*) ;

A MM. Mouret de Barterans et de Velloreille ,  
à Chenecey ( Doubs ),

*Idem*, pour acier naturel, propre à l'étirage en fil  
(Voyez TRÉFILIERIES);

A MM. Jappy frères, à Beaucourt (Haut-Rhin),  
et à Badevel (Doubs),

*Idem*, pour acier fondu (Voyez OUTILS DIVERS);

A MM. Pasquier, Geiger et compagnie, à Saint-  
Maur, près Paris,

*Idem*, pour acier cémenté;

A M. Borey aîné, à Paris, faubourg Saint-  
Martin, n°. 70,

*Citation*, pour *idem*;

A M. Lenormand, à Paris, rue Percée Saint-  
André, n°. 11,

*Idem*, pour acier raffiné (Voy. COUPELLERIE, OUTILS  
DIVERS);

*Relativement aux FAULX :*

A MM. Garrigou, Massenet et compagnie  
(Voyez ACIER, LIMES),

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1819, pour fa-  
brication active de faulx;

A M. Bouffon, à Sauxillanges (Puy-de-Dôme),

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823,  
pour faulx de bonne qualité (Voyez SCIES);

A M. Billod, à la Ferrière-sous-Jougues (Doubs),

*Idem*, pour faulx fabriquées avec de l'acier français;

A M. Nicod, à Fin-des-Gras (Doubs),

*Idem*, pour faulx fabriquées avec de l'acier de Styrie;

A M. Bobilier, à la Grandcombe (Doubs),

*Médaille de bronze*, pour fabrication de faulx;

A MM. Baverel et fils, à la Ferrière-sous-Jougues  
(Doubs),

*Idem*, pour *idem*;

A M. Ruffié fils (Voyez ACIER, LIMES),

*Mention honorable*, pour fabrication active de faulx;

A MM. Coulaux aîné et compagnie (Voyez  
ACIER, LIMES, SCIES, etc.),

*Idem*, pour faulx en acier fondu, avec des rappelés;

*Relativement aux LIMES :*

A M. Saint-Bris (Voyez ACIER),

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1819, pour  
limes et râpes, en acier cémenté;

A M. Musseau, à Paris, faubourg Saint-An-  
toine, n°. 187,

*Médaille d'or*, pour limes en acier fondu;

A MM. Abat père et fils et cie. (Voyez ACIER),

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour  
limes et carreaux, en acier cémenté;

A MM. Dessoye et Paintendre, à Brevannes  
(Haute-Marne),

*Médaille d'argent*, pour limes, tant en acier naturel  
qu'en acier fondu;

A M. Schmidt, à Paris, Chaussée de Ménilmon-  
tant, n°. 24,

*Idem*, pour limes en acier fondu;

A M. Pupil, à Paris, rue de l'Oursine, n°. 64,

*Médaille de bronze*, pour *idem* (Voyez OUTILS);

A MM. Coulaux aîné et cie. (Voyez ACIER, etc.),

*Mention honorable*, pour limes en acier fondu et autres;

A M. Ruffié (Voyez ACIER, FAULX),

*Idem*, pour limes en acier naturel, et en acier cémenté;



A MM. Garrigou, Massenet et compagnie (Voy. *ACIER, FAULX*),

*Idem*, pour limes en acier cimenté;

A MM. Leclerc et Dequenne (Voyez *ACIER, TôLES, TRÉFILIERIES*),

*Idem*, pour *idem*;

A MM. Monmouceau père et fils et compagnie (Voyez *ACIER*),

*Idem*, pour *idem*;

A M. Rivals-Gincla (Voyez *ACIER*),

*Idem*, pour *idem*;

A MM. Renette et compagnie, à Paris, rue de Popincourt, n<sup>o</sup>. 60,

*Idem*, pour limes en acier fondu (Voy. *ARMES A FEU*);

A la Fabrique d'acier d'Illkirch (Bas-Rhin),

*Idem*, pour limes en acier fondu, et autres (V. *ACIER*);

A M. Gourjon de la Planche, au Cholet (Nièvre),

*Idem*, pour limes, dites *façon d'Allemagne*;

A MM. Guénan père et fils, à Thiers (Puy-de-Dôme),

*Idem*, pour limes et râpes;

A M. Armbruster, à Paris, rue Frépillon,

*Idem*, pour *idem*;

A M. Pallarès, à Bouleternère (Pyrénées-Orientales),

*Citation*, pour limes dures, exécutées par essai;

*Relativement aux SCIÉS :*

A MM. Peugeot frères, Calame, et Salins, à Hérimoncourt (Doubs),

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour lames de scies, buscs et ressorts, en acier laminé (Voyez *OUTILS DIVERS*);

A M. Mongin aîné, à Paris, rue Galande, n<sup>o</sup>. 63,

*Médaille d'argent*, pour scies à mécanique, et ressorts;

A MM. Coulaux aîné et compagnie (Voyez *ACIER, FAULX, LIMES*, etc.),

*Mention honorable*, pour scies en acier fondu, et autres;

A M. Bouffon (Voyez *FAULX*),

*Idem*, pour lames de scies;

A MM. de Guaita et compagnie, à Zornhoff (Bas-Rhin),

*Idem*, pour active fabrication de scies raffinées (Voyez *OUTILS DIVERS*);

*Relativement à la TÔLE :*

A MM. Debladis, Auriacombe, Guérin jeune, et Bronzac (Voyez *CUIVRE, FER-BLANC*),

*Mention honorable*, pour grandes feuilles, fonds de chaudières, et caisses à eau, en tôle de fer forgé au charbon de bois;

A M. Fouques fils, à Pont-Saint-Ours (Nièvre),

*Idem*, pour tôle et fers-noirs, laminés (Voyez *FER-BLANC, OUTILS DIVERS*);

A MM. de Buyer, oncle et neveu, à la Chaudeau et à Magnoncourt (Haute-Saône),

*Idem*, pour *idem* (Voyez *FER-BLANC*);

A MM. Leclerc et Dequenne (Voyez *ACIER, LIMES, TRÉFILIERIES*),

*Idem*, pour grandes feuilles de tôle d'acier;

A MM. Sirodot et compagnie (Voy. *ACIER*),  
*Idem*, pour tôle de fer et tôle d'acier,

*Relativement au FER-BLANC :*

A M. Fouques fils (Voyez *TÔLE*),

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1823, pour fer-blanc laminé;

A MM. de Buyer, oncle et neveu (Voyez *TÔLE*),  
*Médaille d'or*, pour active fabrication de fer-blanc laminé;

A MM. Debladis, Auriacombe, Guérin jeune et Bronzac (Voyez *CUIVRE, TÔLE*),

*Mention honorable*, pour fer-blanc laminé, avec rappel d'une *Médaille d'or* décernée pour cuivre;

A M. le baron Falatieu, à Bains (Vosges),

*Idem*, pour fer-blanc laminé, avec rappel d'une *Médaille d'or* décernée pour fils de fer (V. *TRÉFILIERIES*);

A MM. Bourcard-Van-Robais et compagnie, à Pont-sur-l'Ognon (Haute-Saône),

*Idem*, pour fer-blanc laminé, de divers échantillons.

*Relativement aux TRÉFILIERIES :*

A M. Mouchel fils, à l'Aigle (Orne),

Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1819, pour fils de cuivre, de laiton, de fer, de cuivre étamé, etc.;

A M. le baron Falatieu, à la Tréfilerie de la Pipée (Vosges),

*Médaille d'or*, pour fabrication active de fils de fer (Voyez *FER-BLANC*);

A MM. Mouret de Barterans et de Velloreille (Voyez *ACIER*),

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour fils de fer, d'acier et de laiton;

A MM. Colliau et compagnie, à Toutevoie, près Chantilly (Oise),

*Médaille d'argent*, pour fils de fer et fils d'acier, de tous numéros jusqu'aux plus fins;

A M. Mignard-Billinge, à Belleville (Seine),

*Idem*, pour verges et tringles cannelées, d'acier fondu, étirées à la filière;

A M. Rousset, à Paris, rue Guérin-Boisseau, n° 45,

*Médaille de bronze*, pour cordes métalliques d'instruments de musique;

A M. Fouquet, à Rugles (Eure),

*Mention honorable*, pour fils de fer et fils de laiton (Voyez *CLOUTERIE*);

A MM. Leclerc et Dequenue (Voyez *ACIER, LIMES, TÔLE*),

*Idem*, pour fils d'acier, propres à la fabrication des aiguilles;

A M. Duval (Voyez *FONTE DE FER*),

*Citation*, pour fils de laiton;

A M. Courtier, à Paris, rue de la Lingerie, n° 3,

*Idem*, pour divers ouvrages en fil de fer.

*Relativement aux AIGUILLES :*

A MM. Marchand et Vanhoufem, à l'Aigle (Orne),

*Médaille de bronze*, pour aiguilles fabriquées par un procédé mécanique.

*Relativement aux CARDES :*

A M. Saulnier, à Paris, rue Saint-Ambroise-Popincourt, n<sup>o</sup>. 5,

*Médaille d'argent*, pour plaques et rubans de cardes, fabriqués par le moyen d'une machine;

A M. Metcalfe, à Meulan (Seine-et-Oise),

*Idem*, pour plaques de cardes fabriquées à la main, et pour rubans de cardes exécutés par un procédé mécanique;

A MM. Scrive frères, à Lille (Nord),

*Idem*, pour plaques et rubans de cardes, fabriqués mécaniquement;

A MM. Risler frères et Dixon (Voyez *FONTE DE FER*),

*Mention honorable*, pour plaques et rubans de cardes à coton, *idem*;

A M. Manteau, à Paris, rue Basfroid, n<sup>o</sup>. 25,

*Idem*, pour cardes à laine, fabriquées mécaniquement, et pour rubans de cardes, exécutés à la main;

A M. Lambert, à Paris, rue Fontaine-au-Roi, n<sup>o</sup>. 12,

*Idem*, pour cardes fabriquées par un procédé mécanique;

A M. Anger, à Saint-Denis, près Paris,

*Idem*, pour plaques et rubans de cardes, *idem*;

A M. Harmey, à Paris, rue de Pontoise, n<sup>o</sup>. 12,

*Idem*, pour plaques et rubans de cardes, exécutés à la main;

A M. Achez-Portier, à Mouy (Oise),

*Citation*, pour plaques et rubans de cardes, fabriqués mécaniquement;

A MM. Estlin-Villette et compagnie, à Lille (Nord),

*Idem*, pour *idem*;

A M. Lecomte, à Evreux (Eure),

*Idem*, pour carde montée.

*Relativement aux PEIGNES et ROTS :*

A MM. Laverrière et Gentelet, à Lyon (Rhône),

*Médaille d'or*, pour peignes d'acier, sans ligature, propres au tissage des étoffes de soie;

A M. Vuilquint, à Paris, rue de Charonne, n<sup>o</sup>. 159,

*Médaille de bronze*, pour peignes propres à la préparation des laines à cachemire;

A MM. Chatelard et Perrin, à Lyon, Rhône,

*Idem*, pour peignes d'acier, propres au tissage des draps;

A MM. Debergue et compagnie, à Paris, rue de l'Arbalète, n<sup>o</sup>. 24,

*Mention honorable*, pour peignes de tissage, exécutés mécaniquement;

A M. Lenain, à Paris, rue Saint-Antoine, n<sup>o</sup>. 126,

*Citation*, pour peignes de tissage;

A M. Gautheron, à Paris, rue Saint-Victor, n<sup>o</sup>. 90,

*Idem*, pour peignes propres à la fabrication des galons de voitures;

A M. Hartmann, à Paris, rue Rochechouart, n<sup>o</sup>. 61,

*Idem*, pour peignes en acier, propres à la préparation des laines (Voyez *OUTILS DIVERS*);

*Relativement aux ALÈNES :*

- A MM. Boilvin frères, à Badonvilliers (Meurthe),  
Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1819,  
pour alènes, tant courbes que droites ;
- A M. Thirion, à Saint-Sauveur (Meurthe),  
Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823,  
pour *idem* (Voyez *CLOUTERIE*) ;

*Relativement aux TOILES MÉTALLIQUES :*

- A M. Roswag fils, à Schelestadt (Bas-Rhin),  
Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1823, pour  
gazes métalliques, et autres tissus en fil de métal ;
- A M. Saint-Paul, à Paris, boulevard des Filles-  
du-Calvaire, n°. 11,  
Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour  
tissus métalliques, dits *basins fins*, et autres ;
- A M. Gaillard, à Paris, rue Saint-Denis, n°. 228,  
Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1819, pour  
diverses toiles métalliques ;
- A M. Porlier, à Paris, rue de la Bucherie, n°. 10,  
Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823,  
pour formes à papier, en fil de laiton ;
- A M. Vallier, à Saint-Denis (Seine),  
*Médaille de bronze*, pour toiles métalliques, propres à  
la fabrication mécanique du papier ;
- A MM. Denimal et Miniscloux, à Valenciennes  
(Nord),  
*Idem*, pour *idem* ;
- A Madame Hartmann, à Paris, rue Roche-  
chouart, n°. 61,  
*Mention honorable*, pour tissus métalliques.

*Relativement à la CLOUTERIE :*

- A M. Fouquet (Voyez *TRÉFILIERIES*),  
*Médaille d'argent*, pour clous d'épingle, fabriqués par  
un procédé mécanique ;
- A M. Sirot, à Valenciennes (Nord),  
*Médaille de bronze*, pour clous de fer, de cuivre et de  
zinc, fabriqués à froid par un procédé mécanique ;
- A M. Lemire, à Clairvaux (Jura),  
*Idem*, pour clous fabriqués mécaniquement, à froid ;
- A M. Thirion (Voyez *ALÈNES*),  
*Mention honorable*, pour clous de divers échantillons ;
- A M. Grün, à Guebviller (Haut-Rhin),  
*Idem*, pour clous fabriqués mécaniquement (Voyez  
*OUTILS DIVERS*) ;

*Relativement à la BIJOUTERIE D'ACIER :*

- A M. Frichot, à Paris, rue des Gravilliers, n°. 42,  
Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1823, pour  
parures, candélabres et pendules, en acier poli ;
- A M. Provent, à Paris, rue Salle-au-Comte,  
n°. 4 et 6,  
Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour  
flambeaux, pendules et bijoux *idem* ;
- A M. Pauly, à Paris, faubourg Saint-Martin,  
n°. 13,  
*Médaille de bronze*, pour bijoux et peignes *idem* ;
- A M. Herfort, à Paris, faubourg Saint-Denis,  
n°. 65,  
*Mention honorable*, pour bijoux et pendules *idem* ;

*Relativement à la SERRURERIE :*

A M. Huret, à Paris, rue Castiglione, n<sup>o</sup>. 3,  
Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1819, pour  
fermetures à combinaisons ;

A M. Toussaint, à Paris, rue Saint-Nicolas-  
d'Antin, n<sup>o</sup>. 47,

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823,  
pour coffres-forts en fer ;

A M. Leyris, à Paris, rue d'Enfer, n<sup>o</sup>. 66.

*Idem*, pour châssis de fenêtre, en tôle ;

A M. Didiée, à Paris, rue d'Enfer, n<sup>o</sup>. 32,

*Idem*, pour une machine à forer les métaux ;

A M. Thiry, à Metz, Moselle,

*Médaille de bronze*, pour serrures de sûreté ;

A M. Bécasse, à Paris, Rotonde du Temple,  
n<sup>os</sup>. 24 et 25,

*Idem*, pour coffres-forts en fer ;

A M. Le Paul, à Paris, rue de la Paix, n<sup>o</sup>. 2,

*Idem*, pour *idem*, et autres ouvrages de serrurerie ;

A M. Regnier, à Paris, rue de Sorbonne, n<sup>o</sup>. 4,

*Mention honorable*, pour divers mécanismes en fer ;

A M. Jacquemart, à Paris, rue de la Paix, n<sup>o</sup>. 1,

*Idem*, pour châssis de fenêtre, et baguettes de fer ou de  
cuivre, propres au vitrage ;

A M. Borel, à Gap (Hautes-Alpes),

*Idem*, pour espagnolettes de fenêtre ;

A M. Delaforge, à Paris, rue de Pontoise, n<sup>o</sup>. 10,

*Idem*, pour forges portatives, en fer ;

A M. L'Enseigne, à Paris, rue et île Saint-Louis,  
n<sup>o</sup>. 25,

*Citation*, pour cadenas à combinaisons ;

A M. de Tavernne, entrepreneur des travaux  
industriels de la maison de Bicêtre,

*Idem*, pour ouvrages de serrurerie, fabriqués dans cette  
maison ;

A MM. Titot et Chatelux, entrepreneurs des  
travaux exécutés dans les prisons, à Haguenau  
(Bas-Rhin) (Voyez *OUTILS*),

*Idem*, pour serrures fabriquées dans ces établissements.

*Relativement à la COUTELLERIE :*

A M. Sirhenri, à Paris, place de l'École de  
Médecine, n<sup>o</sup>. 6,

*Médaille d'argent*, pour instrumens de chirurgie, et  
autres ouvrages de coutellerie fine ;

A M. Gavet, à Paris, rue St.-Honoré, n<sup>o</sup>. 158,

*Idem*, pour fabrication active de couteaux à lames d'a-  
cier, et de rasoirs ;

A M. Pradier, à Paris, rue Bourg-l'Abbé, n<sup>o</sup>. 8,

Rappel d'une *Médaille d'argent* décernée en 1823, pour  
canifs, taille-plumes, rasoirs et autres ouvrages ;

A MM. Dumas et Girard, à Thiers (Puy-de-  
Dôme),

*Idem*, pour fabrication active de rasoirs ;

A M. Bost-Membrun, à Saint-Remy (Puy-de-  
Dôme),

*Idem*, pour fabrication active de couteaux, et d'autres  
objets ;

A M. Gillet, à Paris, rue de Charenton, n<sup>o</sup>. 41,

*Médaille d'argent*, pour fabrication active de rasoirs en  
acier fondu ;

T. II, 6<sup>e</sup>. livr. 1827.

A M. Taillandier-Aimard, à Thiers (Puy-de-Dôme),

*Idem*, pour ciseaux et autres ouvrages ;

A M. Cardeilhac, à Paris, rue du Roule, n<sup>o</sup>. 4,

*Idem*, pour ouvrages de coutellerie fine, en acier de *damas* ;

A M. Sénéchal, à Paris, rue du Petit-Lion-Saint-Sauveur, n<sup>o</sup>. 14,

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823, pour ciseaux et autres ouvrages ;

A Madame veuve Charles, à Paris, rue Montesquieu, n<sup>o</sup>. 2,

*Idem*, pour fabrication active de rasoirs ;

A M. Bergougnan, à Paris, passage du Saumon, n<sup>o</sup>. 44,

*Idem*, pour *idem*, et autres ouvrages ;

A M. Treppoz, à Paris, rue du Coq-Saint-Honoré, n<sup>o</sup>. 6,

*Idem*, pour rasoirs, et divers autres produits, en acier de *damas* (Voyez *ARMES BLANCHES*) ;

A M. Roussin, à Paris, place Maubert,

*Médaille de bronze*, pour rasoirs en acier fondu ;

A M. Vallon, à Paris, passage Véro-Dodat, n<sup>o</sup>. 24,

*Idem*, pour rasoirs à dos de rechange, taille-plumes, et cardes à perruques ;

A M. Touron, à Paris, rue Mauconseil, n<sup>o</sup>. 20,

*Idem*, pour ouvrages de coutellerie fine ;

A M. Frestel, à Saint-Lô (Manche),

*Idem*, pour rasoirs, et serpettes à plusieurs pièces ;

A M. Douris Fumaux, à Thiers (Puy-de-Dôme),  
*Idem*, pour divers ouvrages de coutellerie ;

A M. Soulot, à Paris, rue de Grenelle Saint-Honoré, n<sup>o</sup>. 41,

*Idem*, pour instrumens lithotriteurs ;

A M. Greiling, à Paris, quai de la Cité, n<sup>o</sup>. 33,

*Idem*, pour instrumens de chirurgie ;

A M. Laporte, à Paris, rue des Filles-Saint-Thomas, n<sup>o</sup>. 20,

*Idem*, pour rasoirs et autres objets de coutellerie fine, en acier français ;

A M. Villenave, à Paris, rue de Marivaux, n<sup>o</sup>. 5,

*Idem*, pour rasoirs en acier fondu ;

A M. Méricant, à Paris, quai des Ormes, n<sup>o</sup>. 20,

*Mention honorable*, pour taille-plumes, couteaux, canifs et ciseaux, en acier fondu français ;

A M. Morize, à Paris, rue Saint-Antoine, n<sup>o</sup>. 15,

*Idem*, pour couteaux et rasoirs, en acier français ;

A M. Manouvrier, à Limoges (Haute-Vienne),

*Idem*, pour ciseaux et greffoirs ;

A M. Dailly-Augéard, à Châtellerault (Haute-Vienne),

*Idem*, pour objets de coutellerie fine ;

A M. Choquet, à Paris, rue des Jardins-Saint-Paul, n<sup>o</sup>. 25,

*Idem*, pour rasoirs à rabot, et autres ;

A M. Lemaire fils, à Paris, rue du Roule, n<sup>o</sup>. 8,

*Idem*, pour rasoirs, et cuirs propres à les entretenir ;

- A M. Tixier-Goyon , à Thiers (Puy-de-Dôme) ,  
*Idem*, pour ciseaux ;
- A M. Marquet , *ibidem* ,  
*Idem*, pour couteaux de poche ;
- A M. Gailon-Troullier aîné , *ibidem* ,
- A M. Buisson-Martignac , *ibidem* ,
- A M. Durand-Brasset-l'Héraud , *ibidem* ,  
*Mention honorable* , pour divers objets de coutellerie , tant fine que commune ;
- A M. Vauthier , à Paris , rue Dauphine , n°. 40 ,
- A M. Guigardet , à Paris , rue des Filles-du-Calvaire , n°. 4 ,
- A M. Sabatier , à Paris , rue St.-Honoré , n°. 64 ,
- A M. Weber , à Paris , passage du Commerce , n°. 31 ,  
*Mention honorable* , pour ouvrages de coutellerie ;
- A MM. Mougeot frères , à Bruyères ( Vosges ) ,  
*Idem*, pour fabrication active de couteaux communs , en acier français ;
- A M. Cabau jeune , à Paris , rue Saint-Honoré , n°. 336 ,  
*Citation* , pour instrumens de jardinage ;
- A M. Veyrat , à Paris , rue de la Tour , n°. 8 ,  
*Idem*, pour ouvrages de coutellerie fine ;
- A M. Lemaire , à Châtellerault ( Vienne ) ,  
*Idem* , pour couteaux et serpettes ;
- A M. Barraud , à Paris , rue Saint-Thomas , n°. 263 ,  
*Idem* , pour ouvrages de coutellerie , en acier fondu ;

- A M. Beillet , à Paris , rue des Nonandières , n°. 18 ,  
*Idem*, pour couteaux , rasoirs , canifs , taille-plumes et sécateurs ;
- A M. Vallon jeune , à Paris , passage de l'Opéra , n°. 23 ,  
*Idem* , pour rasoirs et instrumens de pédicure ;
- A MM. Jacqueton frères , à Thiers ( Puy-de-Dôme ) ,
- A MM. Arbaud-Pradier , *ibidem* ,
- A M. Chassangue-l'Héraud , *ibidem* ,
- A M. Saint-Joannis-Arbost , *ibidem* ,
- A M. Thinet-Malménaide , *ibidem* ,  
*Citation* , pour objets de coutellerie , tant fine que commune ;
- A M. Finot , à Saulieu ( Côte-d'Or ) ,  
*Idem* , pour affiloirs , dits *euthégonés* .

Relativement AUX OUTILS DIVERS :

- A MM. Jappy frères ( Voyez *ACIER* ) ,  
 Rappel d'une *Médaille d'or* décernée en 1823 , pour casseroles et chainettes , en fer étamé , coupes en fer , et tourne-broches ;
- A M. Fourmand , à Nantes ( Loire-Inférieure ) ,  
*Médaille d'argent* , pour câbles en fer , à l'usage de la marine .
- A MM. de Raffin jeune et compagnie , à Nevers ( Nièvre ) ,  
*Idem* , pour chaînes-câbles en fer , propres au service de la marine royale ;

A MM. Dechamps et compagnie, à la Charité-sur-Loire (Nièvre),

*Médaille de Bronze*, pour divers objets à l'usage des bâtimens ;

A M. Delarue, à Paris, rue du Monceau-Saint-Gervais,

*Idem*, pour outils en acier fondu, et autres, à l'usage de diverses professions ;

A MM. Lacompar et compagnie, à Plancher-les-Mines (Haute-Saône),

*Idem*, pour objets de quincaillerie, fabriqués par des procédés mécaniques ;

A M. Zanolé aîné, à Orléans (Loiret),

*Idem*, pour *idem* ;

A M. Antiq, à Paris, rue d'Enfer, n°. 101,

*Idem*, pour une sonde complète, propre à l'exploitation des mines et carrières ;

A MM. de Guaita et compagnie (Voyez *SCIÈS*),

*Idem*, pour divers outils et ustensiles ;

A M. Blanchard, à Paris, rue des Prouvaires, n°. 45,

*Idem*, pour outils à l'usage des selliers et bottrelliers ;

A MM. Coulaux aîné et c<sup>ie</sup>. (Voyez *ACIER*, *FAULX*, *LIMÉS*, *SCIÈS*, *ARMES BLANCHÈS*),

*Mention honorable*, pour divers outils en acier fondu, et outils à l'usage des colonies ;

A M. Delaforge, à Orléans (Loiret),

*Idem*, pour objets de quincaillerie, fabriqués par des procédés mécaniques ;

A MM. Peugeot frères, Calame, et Salins (Voy. *SCIÈS*),

*Idem*, pour outils à l'usage de diverses professions ;

A M. Hue (Voyez *ACIER*),

*Idem*, pour filières perfectionnées, pour outils propres à percer les filières, et pour marteaux propres à la taille des meules de moulin ;

A MM. Arnheiter et Petit, à Paris, rue Childebert, n°. 13,

*Idem*, pour instrumens et outils d'agriculture et de jardinage ;

A M. Cagniard-Damainville, à Crépy (Oise),

*Idem*, pour une sonde propre au percement des puits artésiens, pour pièges à taupes, et louchets à tourbe ;

A M. Mulot, à Épinay (Seine),

*Idem*, pour sonde de mineur, ou de fontenier ;

A M. Mesnil, à Nantes (Loire-Inférieure),

*Idem*, pour outils aratoires ;

A MM. Leignadier et compagnie, à Paris, rue de Bourgogne, n°. 9,

*Idem*, pour tubes métalliques de tôle plaquée en laiton, et pour divers ouvrages exécutés avec ces tubes ;

A M. Bémont, à Croissy près Chatou (Seine-et-Oise),

*Idem*, pour outils et ustensiles, à l'usage des tonneliers ;

A M. Audollent, à Paris, rue Saint-Antoine, n°. 43,

*Idem*, pour outils, et pièces de machines ;

A M. Grün (Voyez *CLOUTERIE*),

*Idem*, pour étrilles et autres objets, fabriqués mécaniquement ;

A M. Camus, à Paris, rue de Bondi, n°. 56,



- Idem*, pour produits de l'art de l'éperonnier ;  
 A M. Ehrenberg, à Paris, rue de Charonne, n<sup>o</sup>. 24,  
*Idem*, pour outils d'ébéniste et de menuisier ;  
 A M. Favreau, à Paris, rue de la Bûcherie, n<sup>o</sup>. 4,  
*Idem*, pour outils propres à l'extraction de l'argile ;  
 A M. Poisson, à Toulouse ( Haute-Garonne ),  
 A M. Roblet, à Langres ( Haute-Marne ),  
*Idem*, pour divers étaux ;  
 A M. Delaporte, à Paris, rue de Reuilly, n<sup>o</sup>. 36,  
*Idem*, pour dés à coudre, et crics de lampes ;  
 A M. Deleuil, à Paris, rue Dauphine, n<sup>o</sup>. 24,  
*Idem*, pour lampes de sûreté, à l'usage des mines ;  
 A M. Fouques fils ( Voyez TÔLE, FER-BLANC ) ;  
*Idem*, pour essieux en fer forgé ;  
 A M. Gravier, à Valenciennes ( Nord ),  
*Idem*, pour un essieu fabriqué mécaniquement ;  
 A M. Pot, à Nevers ( Nièvre ),  
*Idem*, pour un gros marteau de forge ;  
 A MM. Leglay frères, à Lachalade et aux Islettes ( Meuse ),  
*Idem*, pour un affût d'artillerie, en fer forgé ( V. ARMES À FEU ) ;  
 A l'École royale d'arts et métiers d'Angers ( Maine-et-Loire ),  
*Idem*, pour divers outils et instrumens ;  
 A MM. Pihet frères, à Paris, avenue Parmentier,  
*Citation*, pour lits en fer plat ;  
 A M. Bainée, à Paris, rue des Boulangers, n<sup>o</sup>. 2,  
*Idem*, pour couchettes en fer ;

- A M. Berthier père, à Paris, rue de Reuilly, n<sup>o</sup>. 36,  
*Idem*, pour un lit et des étaux, en fer étamé ;  
 A MM. Titot et Chatelux ( Voyez SERRURERIE ),  
*Idem*, pour une couchette en fer ;  
 A MM. Martin et compagnie ( V. FONTE DE FER ),  
*Idem*, pour lits en fonte moulée avec fonds élastiques en fer plat ;  
 A MM. Renette et compagnie ( Voyez LIMES ),  
 A M. Armbruster, à Paris, rue Frépillon,  
*Idem*, pour brunissoirs et rifloirs ;  
 A M. Hartmann ( Voyez PEIGNES ),  
*Idem*, pour instrumens à l'usage des mécaniciens ;  
 A M. Bourgoin, à Paris, rue du Haut-Moulin, n<sup>o</sup>. 4,  
*Idem*, pour outils de graveur et de ciseleur ;  
 A M. Dinant, à Paris, rue Saint-Laurent, n<sup>o</sup>. 6,  
*Idem*, pour outils de menuisier et d'ébéniste ;  
 A M. Pupil ( Voyez LIMES ),  
 A M. Lenormand ( Voyez ACIER ),  
*Idem*, pour burins et instrumens tranchans ;  
 A M. Fossey, à Paris, rue de Tracy, n<sup>o</sup>. 5,  
*Idem*, pour cisailles ;  
 A M. Croisez, à Paris, rue des Arcis, n<sup>o</sup>. 1,  
*Idem*, pour filières, vis et boulons ;  
 A MM. Leclerc et Dequenue ( Voyez ACIER ),  
*Idem*, pour ressorts de voitures, et objets de taillanderie ;  
 A M. Vuillefroy, à Laon ( Aisne ),  
*Idem*, pour une clef de voiture, destinée à remplacer la clef anglaise.

*Relativement aux ARMES BLANCHES :*

A MM. Coulaux aîné et compagnie (Voyez *ACIER*, etc.),

*Médaille d'or*, pour cuirasses en étoffe de fer et d'acier, à l'épreuve de la balle ;

A M. Treppoz (Voyez *COUPELLERIE*),

A MM. Leclerc et Dequenue (Voyez *ACIER*),  
*Mention honorable*, pour lames de sabre damassées ;

A M. Dida, à Paris, rue Hauteville, n<sup>o</sup>. 2,

*Citation*, pour casques en laiton doré.

*Relativement aux ARMES À FEU :*

A M. Lepage, à Paris, rue de Richelieu, n<sup>o</sup>. 13,

*Médaille d'argent*, pour fusils et carabines à plusieurs coups, et à cylindre tournant, qui se chargent par la culasse, et pour diverses autres armes à feu ;

A M. Renette (Voyez *LIMES*),

*Idem*, pour canons de fusil, doubles et damassés ;

A M. Pottet-Delcusse, à Paris, rue de Seine, n<sup>o</sup>. 56,

*Idem*, pour fusils à plusieurs coups, se chargeant par la culasse, et portant des platines simplifiées ;

A M. Prélat, à Paris, rue de la Paix, n<sup>o</sup>. 56,

Rappel d'une *Médaille de bronze* décernée en 1823, pour fusils et pistolets à percussion, et carabine à double détente ;

A M. Lamotte, à Saint-Étienne (Loire),

*Idem*, pour pistolets dans le goût oriental ;

A M. Cessier, à Paris, boulevard Montmartre, n<sup>o</sup>. 10,

*Médaille de bronze*, pour fusils doubles à percussion, avec platines raccourcies par-devant ;

A M. Delebourse, à Paris, rue Coquillière, n<sup>o</sup>. 30,

*Idem*, pour fusils tournans, à percussion, avec platines perfectionnées ;

A M. Lelyon, à Paris, rue de Richelieu, n<sup>o</sup>. 67,

*Idem*, pour fusil à un seul canon, et à quatre charges, avec cylindre tournant, et pour fusil double avec platine perfectionnée ;

A M. Prieur, à Paris, rue des Petites-Écuries, n<sup>o</sup>. 7,

*Mention honorable*, pour fusils doublés à percussion ;

A M. Albert-Bernard, à Paris, rue Rochecouart, n<sup>o</sup>. 23,

*Idem*, pour canons de fusil, damassés et à rubans croisés ;

A M. Bernard, à Paris, rue de Grenelle, au Gros-Caillou, n<sup>o</sup>. 6,

*Idem*, pour *idem* ;

A M. Prévost, à Mézières (Ardennes),

*Idem*, pour canon de fusil double, damassé ;

A M. Lefaucheux, à Paris, rue Jean-Jacques Rousseau, n<sup>o</sup>. 5,

*Idem*, pour fusils doubles, dont plusieurs à *la Pauly*, avec platines perfectionnées ;

A M. Rousseau, à Chartres (Eure-et-Loir),

*Idem*, pour fusil double, et pistolets, offrant une disposition nouvelle ;

A M. Mahiet fils, à Tours (Indre-et-Loire),

*Idem*, pour fusil double, à canons damassés, et fusil à percussion ;

A M. le colonel marquis d'Espinay-Saint-Denys, à Paris, rue Basse-du-Rempart, n<sup>o</sup>. 48,

*Idem*, pour diverses armes à feu, se chargeant par la culasse, et offrant d'autres dispositions nouvelles;

A M. Lautussat, à Paris, rue de Grenelle-St.-Germain, n<sup>o</sup>. 14,

*Citation*, pour un fusil à deux coups;

A MM. Boche et Aubin, à Paris, rue Montorgueil, n<sup>o</sup>. 84,

*Idem*, pour amorces et poires à poudre;

A M. Montangérand, à Joigny (Yonne),

*Idem*, pour capsules à l'usage des fusils à piston;

A MM. Leglay frères (Voyez *OUTILS*),

*Idem*, pour une pièce d'artillerie, exécutée en rubans de fer.

## NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

M. SCHREIBER,

INSPECTEUR GÉNÉRAL HONORAIRE AU CORPS ROYAL DES MINES;

PAR M. DE BONNARD, Inspecteur divisionnaire, Secrétaire du Conseil général des Mines.

JEAN-GODEFROY SCHREIBER, né à Boberschau, près Marienberg, en Saxe, le 5 août 1746, était le neuvième enfant d'un simple ouvrier mineur, lequel, malgré sa pauvreté, éleva assez bien sa nombreuse famille, pour que plusieurs de ses fils aient mérité d'être honorablement placés, comme directeurs de travaux ou chefs d'ateliers, dans quelques-unes des exploitations les plus importantes de la Saxe. Celui dont le Corps royal des Mines de France déplore en ce moment la perte, s'était aussi distingué dans sa patrie dès le commencement de sa carrière, et après avoir, comme tous les fils des mineurs de Saxe et du Hartz, passé son enfance dans les ateliers de lavage, et sa première jeunesse dans les travaux manuels des exploitations souterraines, il fut jugé digne, à l'âge de vingt-quatre ans, d'être envoyé à l'Académie des Mines de Freyberg, pour y perfectionner son instruction, spécialement en ce qui concernait la préparation mécanique des minerais, et pour y acquérir les connaissances théoriques nécessaires à l'officier des mines. Dans cette célèbre école, où il étudia, pendant deux ans et demi, sous Charpentier, Lœmmer et Richter, il s'acquit l'estime et l'amitié de ses maîtres, ainsi que des chefs de l'Administration des mines, et à la fin de 1772, il fut placé, comme géomètre (*markscheider*) et assesseur, auprès du conseil des mines des arrondissements de Johanngeorgenstadt et Schwarzenberg. En 1776, M. le baron de Trebra (depuis intendant général des mines de Saxe), qui honorait déjà le jeune Schreiber de l'amitié particulière qu'il lui conserva toute sa vie, demanda et obtint de Pemmener dans le duché de Weymar, où il était chargé de reconnaître la possibilité et les meilleurs moyens de remettre en activité les mines d'Ilmenau. M. Schreiber prit une part active à cette opération, dirigea, comme *juré* (*geschwornen*), les travaux de plusieurs

des exploitations, et dressa, en 1776 et 1777, une carte minéralogique de ce district, carte qui fut gravée à Dresde, publiée en 1781, avec quelques notices sur les travaux de son auteur, dans l'*Histoire des mines d'Ilmenau*, par le conseiller des mines Voigt, et qui, au jugement des plus célèbres minéralogistes allemands de l'époque actuelle, est encore le meilleur document que l'on possède sur cette contrée.

A la même époque, S. A. R. MONSIEUR, Comte de Provence ( depuis Louis XVIII ), ayant chargé l'ambassadeur de France à la cour de Saxe de solliciter de l'électeur l'envoi d'un officier des mines très-instruit, pour diriger les mines d'argent et d'or du Dauphiné qui lui étaient concédées, M. Schreiber fut l'objet de l'honorable désignation de son souverain, et il arriva en France, avec un maître-mineur de son choix, en septembre 1777. Il prit aussitôt la direction de la mine d'argent d'Allemont, située dans la montagne des Chalanches, près du bourg d'Oisans. La multiplicité des petits filons de cette localité, le peu de constance et les nombreux accidens de leur allure, offrent à l'exploitation des difficultés sans cesse renaissantes, qui demandent toute la science de l'ingénieur habile et tout le tact du mineur exercé; mais M. Schreiber réunissait ces deux qualités dans un degré éminent : des travaux de recherche multipliés étaient sans cesse et avec art dirigés par lui dans tous les sens, et ils faisaient souvent reconnaître de nouveaux gîtes productifs, au moment où les gîtes, jusqu'alors exploitables avec avantage, devenaient stériles ou disparaissaient totalement. C'est à cette prévoyance active, à l'habile direction des procédés métallurgiques, procédés que M. Schreiber a fait connaître depuis dans le tome X du *Journal des Mines*, et à l'esprit d'ordre et d'économie qu'il apporta dans l'ensemble de son administration, qu'il dut le succès de l'important établissement qui lui était confié, succès qui commença dès la première année de sa gestion, et qui fut continué, tant qu'un fonds de roulement suffisant fut laissé, par l'administration éclairée du Prince concessionnaire, à la disposition du directeur. Ce fonds de roulement était d'environ 64.000 francs, et peu d'années ayant suffi pour couvrir les dépenses premières de l'entreprise, les produits de l'exploitation s'élevèrent ensuite annuellement, jusqu'en 1792, à plus de 25 pour 100 au-delà

des dépenses. Ce bénéfice se serait sans doute encore accru, si l'emploi de sommes plus considérables eût permis des travaux plus étendus; il diminua au contraire, et cessa bientôt, du moment où, par suite de l'émigration du Prince, la mine fut exploitée au compte de l'administration des domaines; qui n'y consacra annuellement que des sommes trop modiques. Cependant, M. Schreiber continua encore pendant dix ans à diriger l'établissement, et son habileté suppléant autant qu'il était possible à l'insuffisance des moyens qu'on lui accordait et à l'inconstance extrême des gîtes métallifères, les dépenses surpassèrent très-peu les recettes, et la mine et l'usine furent entretenues jusqu'en 1802 dans un état parfait de conservation. M. Schreiber avait aussi dirigé, en 1781 et dans les années suivantes, quelques travaux de recherches sur la mine d'or de la Gardette en Oisans : ces travaux étaient intéressans en ce qu'ils avaient pour objet la seule mine d'or exploitée en France; ils ont fait connaître un filon très-bien réglé; ils ont produit de beaux échantillons d'or et de cristal de roche pour les cabinets de minéralogie, ainsi qu'une certaine quantité d'or, avec laquelle on a frappé des médailles; mais la valeur de ces produits ne suffisant pas pour couvrir les frais d'exploitation, la mine a été abandonnée en 1787.

Les talens de M. Schreiber furent bientôt généralement connus. Dès 1784, un habile ministre, auquel l'industrie de la Prusse, et spécialement l'industrie minérale, ont été redevables de grands progrès, M. de Heynitz, chercha à l'engager à passer au service prussien, et lui offrit la direction des mines de Tarnowitz en Silésie, avec d'assez grands avantages; mais M. Schreiber résista à des offres qu'il pouvait regarder comme séduisantes, pour rester attaché au Prince français qui lui donnait d'honorables témoignages de satisfaction, et auquel, selon ses propres expressions, *il appartenait autant par la reconnaissance que par la nature de son emploi*. Ce dévouement et les services rendus aux exploitations françaises furent récompensés, peu de mois après, par le titre d'*Inspecteur honoraire des mines*, dont le brevet fut délivré à M. Schreiber le 14 juin 1784. En 1787, MONSIEUR augmenta son traitement, qui fut porté à 4.500 francs, et il lui assura une pension viagère de 2.400 francs, pour l'époque où il désirerait obtenir sa retraite.

M. Schreiber, ainsi qu'il l'a écrit lui-même, a traversé la révolution, *en restant étranger à ses opinions comme à ses actes, et en renfermant dans son cœur ses sentimens et ses regrets.* En 1794, le comité de salut public le nomma l'un des huit *Inspecteurs des mines*, qui furent placés, à cette époque, sous les ordres de l'Agence des mines, titre qui fut changé en 1802 contre celui d'*Ingénieur en chef*. Bien qu'il restât en même temps directeur de la mine d'Allemont, on lui confia, dans cet intervalle, différentes missions importantes en Normandie et en Bretagne, ainsi que dans le Palatinat, où il fut chargé en 1795 de diriger l'exploitation des mines de mercure. Les premiers volumes du *Journal des Mines* renferment plusieurs mémoires intéressans de lui sur ces établissemens, sur les mines de plomb argentifère de Trarbach, non loin de Trèves, sur une mine de houille du département de la Manche, et sur la prétendue mine d'étain des Pieux, dans le même département.

Un arrêté du Gouvernement, du 12 février 1802, ordonna l'établissement de deux écoles pratiques des mines, l'une à Geislautern, département de la Sarre, l'autre à Pesey, département du Mont-Blanc, et M. Schreiber fut nommé, le 18 mars suivant, Directeur de l'École de Pesey, la seule que l'on instituât d'abord. La mine de plomb argentifère de Pesey étant située au fond d'une vallée d'un difficile accès et au pied d'un glacier, on établit le siège de l'École dans la petite ville de Moutiers, à 6 lieues de Pesey. Cette mine, qui devait à-la-fois offrir l'objet principal de l'instruction-pratique des élèves, et fournir par ses produits aux dépenses de l'École, avait été abandonnée en 1792, à la suite d'une inondation, et elle était en 1802 dans l'état de délabrement le plus complet : les ouvrages intérieurs étaient noyés et en grande partie éboulés ; les canaux, les roues, les bocards, les tables à laver, n'existaient plus que de nom ; les bâtimens tombaient en ruine ; les anciens mineurs étrangers avaient quitté le pays, et les habitans avaient totalement perdu l'usage des travaux souterrains. Cependant aucuns moyens extraordinaires ne furent accordés par le Gouvernement à l'administration, pour le rétablissement de la mine. Une diminution opérée sur les traitemens des ingénieurs des mines de tout grade pourvut aux frais de l'entreprise, et le talent de M. Schreiber fit le reste. Se reposant sur les savans professeurs de

l'École de Moutiers, pour la plus grande partie des soins relatifs à l'instruction des élèves, il établit son séjour habituel sur la mine même de Pesey, où non-seulement il dirigea la reprise et la poursuite des travaux de l'exploitation, mais où il fut l'instructeur des ouvriers de tout genre, et suppléa ainsi à tout ce qui manquait à la localité. Son habileté dans la préparation mécanique des minerais, qu'il avait étudiée à Freyberg avec un grand soin, fut particulièrement remarquable : il fit d'importans perfectionnemens aux anciennes méthodes, et forma lui-même les ouvriers à la pratique de toutes les opérations du lavage ; il introduisit des changemens également heureux dans le mode de grillage, qui diminuèrent d'un cinquième les frais de cette opération en la rendant beaucoup plus expéditive ; enfin, par la substitution, aux demi-hauts-fourneaux, d'abord des fourneaux à manche, qui obtenaient déjà le même produit avec trois dixièmes de combustible de moins, ensuite du fourneau écossais, et enfin du fourneau à réverbère, qui permit de supprimer tous les grillages préliminaires, la consommation en combustible fut encore diminuée, tandis que la quantité de métal obtenue augmenta, et le produit des minerais de Pesey, qui, par l'ancienne méthode de traitement, ne s'élevait, pour un quintal métrique de schlich, qu'à 40 kilogrammes de plomb et 0k, 11<sup>c</sup>. d'argent, avec des frais de combustible et de fondage montant à plus de 14 francs, fut porté à 65k, 70k, et jusqu'à plus de 71k. de plomb et 0k, 16 d'argent, avec une dépense totale de 8 à 9 francs, malgré l'augmentation du prix du bois (1).

C'est ainsi que la mine de Pesey, qui, en raison de la diminution de richesse du gîte de minerai, ne donnait plus de bénéfice, lors de son abandon en 1792, que par l'exploitation d'anciens piliers, a donné, sous la direction de M. Schreiber, des produits nets considérables dès la seconde année de son exploitation, et quoique les travaux fussent conduits de manière à préparer aussi les produits de l'avenir. Ce bénéfice s'est élevé, au bout de peu de temps, à plus de 150.000 fr. annuellement, pour un pro-

(1) Voyez les mémoires de MM. les ingénieurs Lelivec, Puvis et Berthier, insérés dans le *Journal des Mines* (n<sup>o</sup>. 120) et dans les tomes II et III des *Annales des Mines*.

duit brut d'environ 2.600 quintaux métriques de plomb, et 560 kilogrammes d'argent.

Cependant la connaissance que l'exploitation fit bientôt acquérir des limites du gîte de Pesey, et la pénurie des bois dans le voisinage de cette mine, faisaient une loi de chercher à tirer parti des autres gîtes métallifères de la contrée, et de transporter la fonderie dans une localité qui fût à-la-fois plus rapprochée de forêts abondantes ainsi que des diverses mines, et d'un accès moins difficile. M. Schreiber donna à ces objets importans tous les soins qu'ils méritaient: il fit exécuter de nombreux travaux de recherche et de reconnaissance, sur les indices des gîtes métallifères déjà connus, ou découverts, par les professeurs et les élèves de l'École des Mines, dans les vallées de la Tarentaise et de la Maurienne, et il établit, dans les bâtimens de l'ancienne saline de Conflans, une usine destinée à devenir *fonderie centrale* pour la contrée. Une fonte d'essai y avait déjà été faite en 1813 (1), et quelques-unes des nouvelles mines s'annonçaient comme devant devenir des exploitations productives, lorsque les événemens de 1814 et 1815 causèrent d'abord la suspension d'une partie des travaux des divers établissemens dépendant de l'École des Mines, et firent perdre enfin à la France cette École et toute la Savoie. M. Schreiber, secondé efficacement par MM. les ingénieurs Hérault et Gardien, parvint, avec beaucoup de peine, à sauver les produits des établissemens qu'il dirigeait, et le matériel de l'École. Il resta à Pesey et à Moutiers, malgré le désagrément inséparable d'une semblable position, tant que sa présence put y être utile à l'Administration, et il ne rentra en France qu'en mars 1816.

Depuis long-temps Français par le cœur, et attaché par les liens d'une reconnaissance particulière à la famille de nos Rois, M. Schreiber avait vu la restauration avec joie; il refusa de rester en Savoie, où le gouvernement sarde lui offrait un traitement plus considérable que celui qu'il pouvait conserver dans sa patrie adoptive, traitement qui était hors de proportion avec les émolumens accordés par ce gouvernement à tous les fonctionnaires publics, et qui prouvait l'importance qu'on attachait à conserver l'habile di-

(1) Voyez le mémoire de M. l'ingénieur Hérault, sous-directeur de la fonderie de Conflans, inséré dans le tome II des *Annales des Mines*.

recteur de Pesey. M. Schreiber voulut consacrer les dernières années de sa vie au service du Souverain qui l'avait attiré en France dans sa jeunesse, et qui avait su dès-lors apprécier son mérite et son dévouement. Il avait été promu, depuis 1813, au grade d'*Inspecteur divisionnaire*: on le chargea, selon son désir, de l'inspection de la 4<sup>e</sup>. division minéralogique, dont le chef-lieu fut, sur sa demande, établi à Grenoble, et il se retrouva avec plaisir fixé dans cette ville, où il avait contracté de nombreuses liaisons d'amitié pendant son long séjour aux mines d'Allevard. Son existence y fut heureuse, et entourée de la considération qui lui était due. En 1820, le Roi le nomma chevalier de la Légion-d'Honneur, et lui accorda des lettres de naturalisation. Vers la même époque, il fut chargé d'une mission spéciale dans le département de la Loire, relative au développement de la nouvelle industrie minéralurgique créée dans cette contrée par M. de Gallois. Il a fait aussi, de 1816 à 1824, plusieurs voyages en Savoie, pour revoir les mines qu'il avait rendues si florissantes et les amis qu'il y avait laissés. Enfin, affaibli par l'âge et par les infirmités, il demanda sa retraite en 1824: elle lui fut accordée, avec le brevet d'*Inspecteur général honoraire*, qui lui conservait voix délibérative au Conseil général des Mines. Mais le Conseil n'a pu profiter de sa coopération et de ses lumières; M. Schreiber est resté à Grenoble, où il n'a joui que peu de temps des douceurs du repos. Une maladie longue et douloureuse y a terminé son honorable carrière: il est mort, le 10 mai 1827, entre les bras de M. l'ingénieur Gueymard, qui, depuis plus de dix ans, regardait comme un bonheur de vivre dans son intimité, et avait pour lui des sentimens aussi tendres que respectueux.

Les bornes de cette notice ne nous ont permis que de chercher à donner une faible idée des services que M. Schreiber a rendus à l'art des mines. Nous avons dû presque entièrement passer sous silence les travaux scientifiques qui lui avaient acquis dès sa jeunesse une réputation méritée. Nous rappellerons seulement que les richesses minéralogiques nombreuses et variées que renferment les montagnes de l'Oisans, ont presque toutes été découvertes pendant le séjour de M. Schreiber dans ce canton, et qu'il a beaucoup contribué à les faire connaître et apprécier, tant par les belles collections de minéraux de l'Oisans qu'il a recueillies et répandues dans le monde savant, que par les

mémoires qu'il a insérés dans le *Journal de Physique*, en 1784, 1786, 1788, 1790 et 1792, ainsi que dans le *Journal des Mines* de 1799, sur la montagne des Chalanches, sur les mines de cette localité, sur la mine d'or de la Gardette, sur un fer natif trouvé à Oulle et sur une zéolithé, sur le mercure coulant trouvé dans la mine d'Allemont, et sur la mine de mercure de Saint-Arey. Nous avons cité la plupart des autres travaux dont il a enrichi le *Journal des Mines*. Lorsque, à la fin de 1795, le gouvernement français conçut l'heureuse idée de réunir, en un seul corps, les principales illustrations littéraires et scientifiques, échappées aux orages révolutionnaires, M. Schreiber fut nommé correspondant de l'Institut national; il est resté en 1815 correspondant de l'Académie royale des Sciences; il était aussi affilié à plusieurs sociétés savantes de divers pays.

Les vertus privées de M. Schreiber le rendaient plus recommandable encore que ses talens; son âme était généreuse et sa bienfaisance active. En 1811, au moment d'une réjouissance publique, il apprit qu'un jeune enfant venait d'être privé de sa mère par un accident, et restait sans ressource: son cœur adopta sur-le-champ cet infortuné; il le plaça chez un maître-ouvrier, et lui assura des moyens d'existence et une profession honnête. Il réunissait d'ailleurs à une bonté parfaite une douce aménité et une grande modestie. De telles qualités n'excitent pas seulement l'estime, et M. Schreiber était aimé de toutes les personnes qui avaient avec lui quelques relations. Dans le corps qui s'honorait de le compter au nombre de ses membres, il avait inspiré un attachement universel, d'autant plus remarquable que, constamment éloigné, depuis très-long-temps, de la plus grande partie de ses camarades, on l'aimait presque sans le connaître, même sans l'avoir jamais vu. Mais les ingénieurs-élèves de l'École de Pesey lui avaient voué un attachement tout filial, et ceux qui depuis leur sortie de cette École ont été séparés de lui pendant plus de vingt années, ne prononcent encore son nom qu'avec attendrissement. Des sentimens analogues existent sur les Établissements qu'il a dirigés, dans les lieux qu'il a habités; et le 1<sup>er</sup> juillet 1825, lors de l'ouverture de l'École royale de minéralogie, instituée à Moutiers par S. M. le Roi de Sardaigne, les administrateurs chargés de cette inauguration ont rendu un hommage public au directeur de l'ancienne École française, dont le portrait a été placé, avec solennité, dans la salle des exercices des élèves.

## ORDONNANCES DU ROI,

### CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA FIN DU QUATRIÈME TRIMESTRE DE 1826.

*ORDONNANCE* du 22 novembre 1826, portant que le sieur Rodolphe de Buyer, propriétaire de la manufacture de fer-blanc de la Chau-deau, commune d'Aillevillers (Haute-Saône), est autorisé à établir, conformément à la demande de feu la dame de Buyer, sa mère, et au plan joint à la présente ordonnance, un feu d'affinerie destiné à la fabrication du fer, dans l'enceinte de la forge dépendante de ladite manufacture et sur l'emplacement de l'ancien four à élargir.

Usine à fer  
la Chau-  
deau.

*ORDONNANCE* du 6 décembre 1826, portant que le sieur Villemain est autorisé à établir, en remplacement d'un vieux moulin, au lieu dit de Bénalec, commune de Pluvigner (Morbihan), un haut-fourneau pour la fusion du minéral de fer, et un atelier de moulage pour la fonte, le tout conformément aux quatre plans annexés à la présente ordonnance.

Haut-four-  
neau de Bé-  
nalec.

Mine de  
plomb de  
Pont-Gi.

Lavoirs à  
bras de  
Chantes.

ORDONNANCE du 6 décembre 1826, portant que le sieur Normand est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, au lieu dit le Champ du Moulin de Sales, sur le ruisseau produit par les eaux de sources existant dans les bois de Chantes et de Traves, dans la commune de Chantes (Haute-Saône).

Lavoirs à  
bras de  
Champrans.

ORDONNANCE du 6 décembre 1826, portant que le sieur Montarby est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, sur un pré appelé les Rues, au territoire de Champrans (Haute-Saône).

Haut-four-  
neau de  
Thonnelle.

ORDONNANCE du 6 décembre 1826, portant que le sieur Lamotte-Pirotte est autorisé à construire, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, un haut-fourneau et une forge à deux feux d'affinerie dans les moulins qui lui appartiennent sur le ruisseau de la Thonnelle (Meuse).

Mine de  
plomb de  
Pont-Gi-  
baud.

ORDONNANCE du 6 décembre 1826, portant concession des mines de plomb argentifère de Pont-Gibaud (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1<sup>er</sup>. Il est fait au sieur de Moté de Pont-Gibaud, sous le nom de concession de Barbecot, concession des mines de plomb argentifère situées aux environs de Pont-Gibaud, département du Puy-de-Dôme, et comprises dans les limites ci-après :

Au sud-sud-est, une ligne droite partant du milieu du pont de Pont-Gibaud, et dirigée sur la tour isolée, au sud du château de la même ville ;

Au nord-est, une ligne droite menée de ce dernier point au pont de Javelle, et terminée à sa rencontre avec le chemin de Pont-Gibaud à Péchadoire, vers son milieu environ ;

Au sud-est, une ligne menée de ce dernier point sur la maison la plus au nord-ouest du village de Fougère, et prolongée de quatre cent vingt-cinq mètres au-delà de l'angle nord-ouest de cette maison ;

Au nord-est (*bis*), une ligne partant de l'extrémité ci-dessus et aboutissant à la maison ou à l'angle le plus nord-est de Barbecot ;

Au nord-nord-est, une ligne menée de ce dernier point à la maison ou à l'angle le plus au nord-est des Barras ;

Au nord-ouest, une ligne menée à l'angle droit sur la dernière, et prolongée des Barras jusqu'à la rive droite de la Sioule ;

A l'ouest-sud-ouest, une ligne partant de l'intersection ci-dessus et menée jusqu'à l'angle le plus à l'est de Pranal ;

Au sud, une ligne de mille mètres environ, menée du dernier point perpendiculairement à la limite ouest suivante ;

A l'ouest, une ligne partant de l'extrémité de la précédente, et dirigée sur les angles ou bâtimens les plus à l'ouest de Javelle en Enchal ;

Au sud-ouest, une ligne menée de l'angle le plus à l'ouest



d'Enchal au milieu du pont de Pont-Gibaud, point de départ ;

Les limites ci-dessus comprennent, conformément au plan ci-joint, qui restera annexé à la présente ordonnance, une étendue superficielle de six kilomètres carrés dix-sept hectares.

Usine à fer,  
d'Urdos.

**ORDONNANCE** du 13 décembre 1826, portant que le sieur d'Abelbest autorisé à établir dans la vallée d'Aspe et sur la rive gauche du Gave, au lieu dit la Herrerie, commune d'Urdos (Basses-Pyrénées), une usine pour la fabrication du fer, laquelle est et demeure composée, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit : 1°. d'un haut-fourneau ; 2°. de deux feux d'affinerie ; 3°. d'un martinet ; 4°. des charbonnières et maisons d'habitation nécessaires.

Lavoirs à  
bras au lieu  
dit Sous-la-  
Pèle.

**ORDONNANCE** du 20 décembre 1826, portant que les sieurs Tugnot de la Noye et Ferey père sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, sur une dérivation du ruisseau des Ecoillottes, dans leur propriété, sise au lieu dit Sous-la-Pèle, commune d'Auvel (Haute-Saône).

**ORDONNANCE** du 20 décembre 1826, portant que le sieur Jean-Joseph Duchon, fils aîné, est autorisé à tenir et conserver en activité, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, les six lavoirs à bras qu'il a établis pour le lavage du minéral de fer, sur le ruisseau dit Soisson, dans un terrain qui lui appartient aux cantons dits les Granos, Prés et Landouzoir, commune de Broye-les-Loups (Haute-Saône).

Lavoirs à  
bras de  
Landouzoir.

**ORDONNANCE** du 20 décembre 1826, portant que le sieur Quaylard est autorisé à construire, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, au quartier de Touron, commune de Callian (Var), une verrerie destinée à la fabrication des bouteilles de verre vert, et que cette verrerie, qui sera composée d'un four de fusion à un seul pot, et d'un four à recuire, pourra être alimentée avec du charbon de bois.

Verrerie à  
bouteilles de  
Callian.

**ORDONNANCE** du 20 décembre 1826, concernant une fabrique de faulx sise à Claudon (Vosges).

Fabrique de  
faulx de  
Claudon.

(Extrait.)  
CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1er. Le sieur Jacquinet est autorisé : 1°. à conserver et tenir en activité la fabrique de faulx de Droiteval, sise sur le ruisseau dit du Moulin-Robert, commune de Claudon, arrondissement de Méricourt, département des Vosges, laquelle fabrique consistera en deux petits foyers pour le raffinage de l'acier, et une chaufferie pour la fabrication

des étoffes, en un four pour chauffer les faulx, et en sept petits marteaux, le tout conformément aux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordonnance;

2°. A établir, dans l'enceinte de cette fabrique et en remplacement de l'un des feux de martinet aujourd'hui en activité, un feu d'affinerie pour la conversion de la fonte en acier naturel brut.

ART. VI. L'impétrant ne fera usage de charbon de bois que pour l'alimentation du feu d'affinerie et pour le chauffage des étoffes immédiatement avant la trempe.

Mines de  
houille de  
Ste. Zacharie.

ORDONNANCE du 20 décembre 1826, portant concession des mines de houille de Sainte-Zacharie (Var).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur Cachard des mines de houille existant sur le territoire de Sainte-Zacharie, département du Var.

ART. II. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres (cinq cent quarante mille cinq cent quarante-six mètres carrés) est et demeure limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, comme il suit, savoir :

A l'est, par le chemin vicinal de Sainte-Zacharie à Tretz, depuis son embranchement à la fontaine de Byon, avec la route départementale de Brignolès à Marseille, jusqu'au pont en pierre du Réal de Savard, et par le chemin vicinal de Saint-Jean, depuis ce pont jusqu'au territoire de Tretz,

Au sud, par ladite route départementale;

A l'ouest, par le territoire d'Auriol;

Et au nord, par celui de Tretz.

ORDONNANCE du 20 décembre 1826, portant concession de la mine de houille de Singles (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession aux sieurs Sablon, Deforget, Vial, Chenot et compagnie de la mine de houille existant à Singles, département du Puy-de-Dôme.

ART. II. La concession est limitée :

A l'ouest, par une ligne droite partant de la maison la plus au nord de Foursat et aboutissant à la maison la plus à l'est de Singles;

Au sud, par une ligne droite menée de ce dernier point à la maison la plus à l'ouest de Serre;

A l'est, par une ligne droite menée de ce dernier point au bâtiment le plus à l'ouest de Plaignes;

Au nord, par une ligne droite partant de ce dernier point et arrivant à la maison sud du village de Mouilloux, et de là par une autre ligne droite, menée jusqu'à la Dordogne, sur le pont du Pré-Chambon;

Au nord-ouest, par une ligne droite menée de ce point à la maison de Foursat, point de départ;

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés cinquante-trois hectares, conformément au plan, qui restera ci-annexé.

ORDONNANCE du 27 décembre 1826, portant que les sieurs Claude, Joseph, Alexandre et Gaspard-Nicolas Michel, frères, Édouard-Claude-Joseph et Adolphe Muel, frères, sont autorisés à construire, conformément au plan joint à la présente ordonnance, sur la rivière du Vair, auprès de leur moulin de la Gravière, commune d'Attigneville (Vosges), un haut-fourneau, en remplacement de celui qu'ils possédaient autrefois en ladite commune.

Mines de  
houille de  
Singles

Haut-four-  
neau de la  
Gravière.

Haut-four-  
neau du  
Comte

ORDONNANCE du 27 décembre 1826, portant que le sieur Laurent Maître est autorisé à établir sur le ruisseau des Batterans, en remplacement, et auprès du moulin dit du Comte, qui lui appartient, au lieu dit de Batterans, (Haute-Saône), 1°. un haut-fourneau pour la fusion du minéral de fer, au moyen du coke; 2°. un patouillet et quatre lobbies à bras, pour le lavage du minéral; le tout conformément aux plans d'ensemble et de détail joints à la présente ordonnance.

ORDONNANCE du 27 décembre 1826, portant que les sieurs Claude Joseph, Alexandre et Caspar Michel, frères, et Joseph Muel, frères, sont autorisés à construire, conformément au plan joint à la présente ordonnance, sur la rive de la Vierge, commune de L'Écluse (Vosges), un haut-fourneau, en remplacement de celui qui existait antérieurement en ladite commune.

TABLE DES MATIÈRES  
CONTENUES DANS LE TOME II.

Géologie et Minéralogie.

Essai sur la température de l'intérieur de la terre; par M. Louis Cordier, Membre de l'Académie royale des Sciences, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, Professeur-Administrateur au Muséum d'Histoire naturelle. Lu à l'Académie des Sciences, dans les séances des 4 juin, 9 et 23 juillet 1823... . . . . . Pag. 53

EXPOSITION du système de minéralogie de M. Mohs, Professeur à l'École des Mines de Freyberg, traduite de l'allemand par M. Manès, Ingénieur au Corps royal des Mines... . . . . . 139 et 323

MÉMOIRE sur l'existence du gypse et de divers minerais métallifères dans la partie supérieure du lias du sud-ouest de la France; par M. Dufrenoy, Ingénieur des Mines... . . . . . 345

RAPPORT verbal fait à l'Académie royale des Sciences, par M. L. Cordier, sur un *Essai géologique et minéralogique sur les environs d'Issoire*, publié par MM. Devèze et Bouillet... . . . . . 381

*Chimie; Recherches docimastiques; Analyses de substances minérales.*

De l'action de la litharge sur différens sulfures métalliques; par M. P. Berthier, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines... . . . . . 385

*Métallurgie; arts qui en dépendent.*

SUITE et fin de la Notice sur la fabrication de la fonte et du fer en Angleterre, précédée d'un Aperçu sur les différens dépôts houillers de ce pays; par MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont, Ingénieurs au Corps royal des mines. . . . . 3 et 177

NOTICE sur le traitement au coke des minerais d'argent, plomb et cuivre, à Freyberg, en 1826; par

- M. *Perdonnet*, ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines.....Pag. 239
- SUR les Expériences métallurgiques qui ont eu lieu dans les fonderies de Freyberg, pour la substitution du coke au charbon de bois; par *le même*. . . . . 301
- DES MÉTAUX EN FRANCE. Rapport fait au Jury central de l'Exposition des produits de l'Industrie française, de l'année 1827, sur les objets relatifs à la métallurgie; par M. *A.-M. Héron de Villefosse*, Membre de ce jury, Conseiller d'État, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, Membre de l'Académie royale des Sciences, etc. . . . . 401

*Nécrologie.*

- NOTICE nécrologique sur M. *Schreiber*, Inspecteur général honoraire au Corps royal des Mines; par M. *de Bonnard*, Inspecteur divisionnaire, Secrétaire du Conseil général des mines..... 621

*Ordonnances royales concernant les Mines.*

- ORDONNANCES rendues pendant le quatrième trimestre de 1826. . . . . 163 et 629

*Planches jointes à ce Tome.*

- PL. I.
- PL. II.
- PL. III. } Traitement du fer en Angleterre.
- PL. IV. }
- PL. V. }
- PL. VI. Demi-haut-fourneau pour le traitement au coke des minerais d'argent, de plomb et de cuivre à Freyberg.
- PL. VII. Disposition du gypse et du calcaire.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.