

JOURNAL

DES

MINES.

JOURNAL  
DES MINES,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES  
sur l'exploitation des Mines, et sur les  
Sciences et les Arts qui s'y rapportent.

Par MM. COQUEBERT - MONTBRET, HAÛY, VAUQUELIN,  
BAILLET, BROCHANT, TREMERY et COLLET-DESCOSTILS.

Publié par le CONSEIL DES MINES de  
l'Empire Français.

DIX-SEPTIÈME VOLUME.

---

PREMIER SEMESTRE, AN XIII.

---

~~~~~

A PARIS,

De l'Imprimerie de BOSSANGE, MASSON et BESSON,  
rue de Tournon, N<sup>o</sup>. 1153.



autant de différens degrés que nous avons différens modes de l'entailler : cependant il arrive des cas où les circonstances portent ou nécessitent même à employer un autre mode que celui qui paraît approprié au degré de solidité.

Quoique nous employions ici le mot *roche*, nous comprenons cependant sous cette désignation toutes les substances minérales. C'est dans la roche proprement dite que se font les travaux de recherche et les travaux accessoires ; dans ceux même qui ont pour objet immédiat l'exploitation du gîte de minerai, il faut souvent dépouiller le gîte de la roche qui l'entoure ; enfin le gîte lui-même ne contient le minerai que disséminé dans une roche d'une autre espèce, et qui prend ici le nom de *gangue*. Ainsi la majeure partie des travaux du mineur se faisant sur la roche proprement dite, nous étendrons ici cette dénomination à toutes les substances minérales qu'il arrache de l'intérieur de la terre.

Avant d'entrer dans le détail de la détermination des différens degrés de solidité de la roche, je vais expliquer l'acception du mot *solidité*, tel que l'emploie le mineur. Sous le nom de *solidité*, il comprend la force avec laquelle la roche qu'il cherche à arracher ou à faire sauter résiste à l'instrument qu'il tend à y enfoncer, et à l'effort qu'il faut faire pour la détacher de la masse circonvoisine. Cette force se compose de trois autres, savoir, de la *dureté*, de la *ténacité* (entre les parties intégrantes) et de l'*élasticité*. La dureté est la plus importante des trois, et celle qui contribue

le plus à déterminer le degré de solidité (1). Une roche est d'autant plus solide et plus difficile à arracher qu'elle est plus dure, qu'elle est plus tenace, et qu'elle est moins élastique. Au reste, ces trois forces sont très-différemment combinées dans les divers minéraux. Un minéral moins dur qu'un autre, est souvent doué de beaucoup plus de ténacité entre ses parties, et réciproquement. Quoique, ainsi que nous l'avons déjà dit, le degré de dureté détermine principalement le degré de solidité, et que *le plus souvent* les minéraux les plus durs, sont aussi les plus tenaces (ceux dont les parties ont le plus de ténacité entr'eux) ; il n'est cependant pas rare de voir un minéral moins dur qu'un autre, mais qui, principalement à cause de son tissu, ayant plus de ténacité entre ses parties, est plus solide que cet autre. Cela arrivera d'autant plutôt, que le minéral le moins dur sera en même-temps moins élastique. Par exemple, un quartz grenu est quelquefois moins solide qu'une roche amphibolique qui cependant est bien moins dure, mais dont les parties ont beaucoup de ténacité ou d'adhérence les unes à l'égard des autres : de même un gypse compacte est souvent plus solide qu'un spath pesant lamellaire, quoique celui-ci soit plus dur, mais il est plus élastique et moins tenace. . . . On voit, d'après cela, que le mineur attache au mot *solide* une autre acception que le minéralogiste et le physicien, ceux-ci désignant par *solidité* un état opposé à celui de *fluidité*.

(1) De là vient que dans l'usage ordinaire le mineur prend souvent le mot *dureté* comme synonyme de *solidité*.

Les principaux modes d'exploitation résultent, comme nous l'avons dit, des différens degrés de solidité de la roche, c'est-à-dire, de l'application convenable de divers outils et matériaux (bois, poudre) à chacun de ces degrés de dureté. Ces principaux modes d'exploitation sont :

- 1<sup>o</sup>. Le déblais.
- 2<sup>o</sup>. Le travail au pic à roc.
- 3<sup>o</sup>. Celui à la pointrôle et au marteau.
- 4<sup>o</sup>. Celui à la poudre.
- 5<sup>o</sup>. Celui par le torrèfage (le feu).

D'après ces cinq modes d'exploitation, je prends cinq degrés de solidité de roche, de manière que chacun d'eux réponde à un mode d'exploitation ; je désigne ces cinq degrés par les noms suivans :

- 1<sup>o</sup>. Roche ébouleuse (*rollig*).
- 2<sup>o</sup>. ——— tendre (*milde*).
- 3<sup>o</sup>. ——— peu solide (*gebne* et *schrechidig*).
- 4<sup>o</sup>. ——— solide (*fest*).
- 5<sup>o</sup>. ——— extrêmement solide (*hochffest*) (1).

I. Les substances ébouleuses sont celles qui consistent en parties qui n'ont aucune adhérence entre elles ; tels sont les sables mouvans, la terre végétale, les granites tout-à-fait décomposés.

(1) Les quatre premières dénominations allemandes sont d'un usage général dans les mines de l'Allemagne. Nous avons cherché à en traduire le sens, sans prétendre vouloir désigner par les traductions des mots en usage chez nous.

Le mineur ne rencontre presque jamais de pareilles substances ; et dans le cas où elles se présentent, il les enlève avec la pelle, des sébiles, des seaux, etc.

II. Dans la classe des minéraux tendres, nous plaçons ceux qui présentent, à la vérité, un tout continu, mais dont les parties ont si peu d'adhérence qu'il suffit d'un faible effort pour les séparer : tels sont le sable et les terres fortement agglutinées ; les couches de glaise ; les filons argileux et quelquefois ocracés que le mineur désigne sous le nom de *Pierre pourrie* ; quelques filons de spath pesant ; des granites et gneis en décomposition ; beaucoup de minerais métalliques, tels que le cinabre, l'argent rouge, etc. ; quelques gypses ; enfin toutes les houilles et le sel gemme.

La pioche, et le pic sont les instrumens dont on se sert en pareil cas : on emploie encore, surtout pour les filons, des leviers, et une espèce de marteau ou de pic appelé *schraemhammer* (1) par les Allemands.

III. Dans la classe des substances peu solides, nous comprenons celles qui ne sont plus friables, ou aisées à réduire en poudre par la percussion, mais qui cependant se laissent plus ou moins bien travailler par le fer ou plutôt par l'acier. Toutes les substances spathiques, à l'exception de quelques feld-spaths durs ; la majeure partie des minerais métalliques, comme la galène, la blende, la pyrite cuivreuse, la

(1) Cet instrument a la forme d'un marteau, dont la partie en fer a 8 à 10 pouces de long ; il est courbé en arc de cercle, et se termine en pointe par une de ses extrémités.

mine de fer spathique etc. ; presque toutes les pierres calcaires, la pierre puante, le schiste alumineux, la serpentine, quelques marnes, le grès, le gypse ; toutes les roches micacées à feuillet courts et épais ; enfin les granites, porphyres, gneis, schistes micacés, dont un commencement de décomposition a relâché le tissu.

Toutes les roches de cette classe s'exploient à la pointrôle et au marteau. On emploie encore des coins et des leviers pour faire tomber de grosses masses séparées, par des fissures, du reste de la roche. Les pointrôles que l'on emploie diffèrent en longueur suivant le degré de dureté de la roche sur laquelle on travaille : plus la roche est dure, et plus la pointrôle doit être courte (1). Cependant, même dans les roches les plus dures, le mineur doit avoir quelques pointrôles un peu longues, qu'il introduit dans des fissures pour faire tomber comme de petites plaques de roche. La longueur des pointrôles varie de trois à six pouces ; elles diffèrent peu en grosseur. Le travail à la pointrôle est sans contredit celui qui exige le plus d'adresse : c'est sur-tout ici où un mineur adroit

(1) Une pointrôle courte s'enfoncerait trop aisément dans une roche tendre, et produirait peu d'effet ; sur une roche dure, une pointrôle longue ne se manierait pas aussi bien, et l'effet du coup serait moins sûr. Lorsque la roche est tendre, on la fait tomber comme par écailles, et les pointrôles longues sont alors plus avantageuses. Mais lorsqu'elle est dure, on fait comme deux petites rigoles (raies profondes) à côté l'une de l'autre, et on fait ensuite sauter le petit morceau qui était resté en saillie entre elles : les pointrôles courtes sont plus propres à cet usage. *Note de Werner.*

peut faire beaucoup plus, dans le même tems, qu'un mineur qui ne serait que fort. Les mineurs Saxons, notamment ceux de Freyberg, passent pour être les plus habiles dans ce genre de travail.

IV. Le mineur nomme roche *solide* (*fest*) ou *dure*, celle qui résiste à la pointrôle, et qui ne peut être exploitée avec cet outil qu'avec beaucoup de peine, et en employant beaucoup de tems. On compte dans cette classe la plupart des granites, des gneis, des porphyres ; les schistes micacés, les basaltes, quelques pierres calcaires ; les quartz souillés d'argile ; la plupart des roches d'hornblende ; les mines de fer magnétiques ; la mine de fer rouge compacte ; la pyrite martiale ; la pyrite arsénicale ; le cobalt arsénical ; et presque tous les minerais mêlés avec beaucoup de quartz.

Le tirage à la poudre est le mode de travail le plus avantageux pour les roches de cette classe ; il leur est en quelque sorte propre. Tous les minéraux que nous venons de nommer se laissent forer, les uns, il est vrai, plus facilement que les autres ; et lorsque les trous ont été convenablement chargés, la poudre, dans son explosion, fait sauter la pierre. Malgré cela, on ne peut jamais se dispenser d'employer la pointrôle, dans le travail à la poudre ; elle y sert, soit pour préparer l'emplacement sur lequel on doit appliquer le foret, soit pour égaliser et enlever les parties saillantes que le coup de poudre a laissées, soit pour faire tomber ce que le coup n'a fait qu'ébranler, soit même (lorsque cela peut se faire) pour pratiquer dans la roche une entaille étroite qui mette à décou-

vert une des faces de la partie de roche qu'on se propose ensuite de faire sauter par un coup de poudre, le coup produisant alors un bien plus grand effet.

Le travail à la poudre demande beaucoup d'adresse, non tant dans la manipulation que dans l'emplacement des trous, c'est-à-dire, dans la détermination du point où on doit les commencer, dans la direction et la profondeur qu'on doit leur donner, pour qu'ils aient devant eux une quantité convenable de roche à faire sauter.

Ce n'est que depuis le commencement du dix-septième siècle, que l'on fait usage de la poudre dans les mines, et il est très-vraisemblable que c'est dans le district de Freyberg que l'on a commencé à s'en servir : des anciens documens (*Ausbeutzettel*) indiquent l'an 1613 pour celui où l'on commença à l'y employer. Mais l'usage de la poudre, dans les carrières de pierre, est beaucoup plus ancien ; je trouve dans les Sermons de Mathesius aux mineurs, dans le douzième où il parle de la pointrôle, un passage qui indique que dans la guerre on se servait des gargousses de poudre pour faire sauter la pierre. Quelques savans font, il est vrai, remonter cette application beaucoup plus haut ; mais ils ont mal interprété les autorités sur lesquelles ils fondent leur opinion. L'usage de la poudre a rendu les plus grands services dans l'art des mines : une galerie de cinq quarts de toise de haut sur une demi de large que l'on payait autrefois, lors du travail à la pointrôle, 200 et même 400 francs, ne se paie

aujourd'hui que 80 et au plus 120 et quelques francs.

V. Une roche est dite extrêmement dure, lorsqu'elle ne peut être attaquée par la pointrôle, et qu'elle est en même-tems très-difficile à forer. Souvent un mineur adroit emploie sept heures pour y forer un trou de 14 pouces, et quelquefois moins ; il y met hors de service six, huit, et même un plus grand nombre de fleurets. On compte dans cette classe le quartz pur, le hornstein, les granites, gneis, schistes micacés très-quartzueux, le hornstein porphyre, le grenat en masse, le grès quartzueux, et quelques espèces de poudingues.

C'est l'action du feu qu'il faut principalement appliquer à ces roches. Ce mode d'exploitation est connu depuis plus de trois mille ans. Avant l'application de la poudre au travail des mines, on était obligé de s'en servir pour la plupart des roches de la classe précédente. On a encore besoin ici de leviers, de grosses masses, et de pointrôles, afin de faire tomber tout ce que le torréfage (l'action du feu) a détaché et ébranlé. La rareté du bois et son renchérissement font que ce mode d'exploitation est aujourd'hui peu usité. On l'emploie encore en Saxe, à Altenberg, à Gayer, à Ehrenfriedersdorff, pour l'exploitation de la mine d'étain ; on s'en sert à Felsobania en Hongrie ; au Rammelsberg, dans le Hartz (1) ; et à Kongsberg en Norwège : c'est dans ce

(1) Le gîte de minerai du Ramelsberg n'est presque qu'une masse de pyrite, contenant un peu de galène argentifère, de blende, etc.

dernier endroit que ce genre de travail est le mieux entendu.

Tels sont les principaux degrés de solidité que peuvent les roches présenter, et les divers modes d'exploitation qui conviennent à chacun d'eux.

Mais qu'on ne s'imagine pas qu'un mineur, dans son poste, n'a à faire qu'avec une seule de ces espèces de roches. Dans la même mine, et souvent même dans le lieu où il travaille, il se trouve de la roche qui doit être arrachée à la poudre, d'autre qui, étant moins dure, doit l'être avec la pointrôle, et même une troisième sorte, qui étant tendre, tel que ce qu'on nomme *une veine pourrie*, doit l'être avec le pic. Ainsi dans une mine où l'économie est bien entendue, chaque mineur doit être muni d'instrumens de diverse espèce, afin que dans chaque cas il puisse se servir de ceux qui sont les plus convenables.

J'ai déjà dit, au commencement de ce Mémoire, qu'il se présentait des cas où il fallait employer un mode d'exploitation différent de celui exigé par le degré de solidité de la roche. Je vais citer quelques-uns de ces cas : lorsqu'une roche est d'une dureté à devoir être exploitée à la poudre, mais qu'en même-tems elle est fendillée et remplie de druses, de manière à ce que l'on craigne que la poudre, en s'enflammant, ne s'échappe par ces fentes sans produire d'effet, alors l'exploitation doit se faire à la pointrôle, quand même la roche serait extrêmement dure : il en est de même, lorsque

la roche étant dure, alterne avec des veines d'une roche tendre, et qu'il est à craindre que la poudre ne se fasse jour en emportant simplement les parties tendres, de manière à ce que le reste se maintienne en place. Lorsque la roche du toit ou du mur n'a point de consistance, et qu'elle a une forte pression à soutenir, de manière que l'en est obligé d'étaçonner à chaque pas que l'on fait en avant, alors il n'est pas prudent d'employer la poudre, le travail doit se faire à la pointrôle. Il en est de même dans les endroits où il faut cheminer avec précaution, et où l'on craint que l'explosion de la poudre ne cause un ébranlement qui pourrait avoir des suites funestes. Dans les endroits où il faut que l'entaille soit unie et ait une forme déterminée, comme sont les parois de certaines chambres à machines, les entailles qui doivent recevoir l'extrémité des étaçons, ou servir de support à des voûtes, etc., etc. tous ces ouvrages doivent être faits à la pointrôle, quel que soit le degré de dureté de la roche. Dans les endroits où la roche est assez tendre pour être arrachée avec le pic, mais où la position et le défaut d'espace ne permettent pas de manier cet instrument, il faut encore avoir recours à la pointrôle (1). Enfin là où le prix du bois ne

(1) Nous n'entendons pas parler ici du *streibenarbeit*, qui se pratique dans l'exploitation des couches minces : là l'ouvrier travaillant avec le pic, couché sur le côté, exploite, dans des étendues de plusieurs centaines de toises carrées, des couches qui n'ont pas plus de 15 à 18 pouces d'épaisseur ; la pointrôle lui serait bien moins avantageuse que le pic ou la pioche.



permet pas d'employer le torréfage, il faut bien employer le tirage de la poudre.

Je terminerai ce Mémoire par l'observation suivante : Un bon économiste doit, de tems en tems, faire un calcul exact et détaillé de tous les frais que lui occasionne le mode d'exploitation qu'il emploie : lorsque les circonstances changent, il doit essayer un nouveau mode, recommencer plusieurs fois ses essais, comparer les divers résultats de ces essais et de ceux faits dans d'autres mines, et se décider pour celui qui lui promettra le plus d'avantages, c'est-à-dire, qui sera le plus économique.

---

*N. B.* Le mot français *élasticité* employé au commencement de ce Mémoire, ne rend peut-être pas l'idée de l'auteur ; il me paraît que la *solidité* d'une roche se compose simplement de sa *dureté* et de sa *ténacité*.

---

SUR

---

## SUR LE PRIX COUTANT

*DE l'exploitation de la Roche, comme servant de base à la fixation des prix faits dans le travail des mines.*

Extrait du *Magasin pour la Science des Mines* (1), et accompagné de notes.

Par M. DAUBUISSON.

IL y a deux manières de payer le travail du mineur que l'on emploie à l'exploitation de la roche (ou filon) dans les mines : la première, c'est de le payer à la journée, en lui prescrivant la durée ou tems du travail ; la seconde, en lui donnant une certaine quantité d'ouvrage à faire pour un prix déterminé, c'est-à-dire, en le faisant travailler à *prix fait* ; par exemple, à tant la toise courante d'une galerie que l'on pousse dans la roche.

Cedernier mode a de très-grands avantages sur l'autre : les mineurs déploient tous leurs moyens pour avancer en besogne ; ils sont intéressés à

---

(1) Le Mémoire dont nous donnons ici un court extrait, est de M. Lempe, professeur de mathématiques à l'École des mines de Freyberg : il se trouve dans le tome X de l'ouvrage intitulé *Magazin für die Bergbankunde*, année 1793. Quoique l'auteur n'y parle que des mines de Freyberg, cependant ce qu'il dit au sujet des *prix faits*, pouvant être d'une application générale, nous avons cru devoir en insérer un extrait dans le *Journal des Mines*. Tout ce qui est en petit caractère n'était pas dans le Mémoire de M. Lempe.

ne point perdre de tems, et par conséquent ils n'ont pas besoin d'être continuellement surveillés. Ainsi partout où l'on n'a pas un travail qui demande des soins particuliers, tel, par exemple, que l'exploitation d'un filon très-riche en minerai d'argent, qui ne doit être attaqué qu'avec beaucoup de précaution, et dont la masse, après qu'on l'a faite sauter, doit être soumise à des triages qui exigent de la patience et des soins, et où par conséquent le travail doit se faire sous l'inspection et direction continuelle d'un chef; dans tous les autres cas, dis-je, il est plus convenable et plus économique de faire travailler à prix fait (1).

Mais celui qui établit ces *prix faits*, doit avoir une connaissance parfaite du travail sur la roche. Il faut qu'il soit bien à même de juger ce qu'on peut faire dans un certain tems sur une roche donnée, et la quantité de

(1) Dans les mines de Freyberg, on donne à prix fait le travail des galeries, des puits, etc. : mais rarement les travaux qui ont pour objet immédiat l'exploitation des filons métallifères. Au reste, c'est plutôt l'intérêt du mineur que celui du propriétaire que l'on a en vue dans une pareille disposition. La direction des mines est entre les mains de personnes qui sont les chefs des mineurs, et non les hommes du propriétaire : le travail des mines étant assez pénible, l'on a voulu que les mineurs d'un certain âge, notamment ceux qui sont pères de famille, pussent gagner leur vie sans excéder leurs forces : ce sont eux que l'on emploie principalement au travail sur les filons. Cependant, quoiqu'ils travaillent à la journée, leur tâche est encore fixée : ils doivent forer en huit heures (six de plein travail), deux trous de 15 à 20 pouces de profondeur, selon que l'ordonnent les chefs ou sous-chefs de la mine. Leur paie est de 18 s. par jour, c'est-à-dire, par poste.

poudre et d'outils dont on aura besoin : car les mineurs demanderont toujours plus qu'il ne faut, soit pour leur solde, soit en matériaux. Si on ne veut pas qu'ils se négligent, et si on veut leur faire déployer tous leurs moyens, il faut un peu de rigueur dans la détermination du prix fait : pourvu qu'en bien travaillant ils gagnent un peu plus que la paie ordinaire, cela suffit (1). Le travail donné à prix fait à une société de quatre, huit, etc. mineurs, a encore un avantage : chacun d'eux est intéressé à ce que les autres travaillent, et les plus expérimentés donnent des conseils utiles aux autres sur la manière dont le travail doit être conduit.

Comme la roche change, d'un moment à l'autre, de dureté et de nature, les prix faits ne peuvent être fixés que pour un court espace de tems : ils le sont chaque quinze jours, en Saxe. Dans cette fixation, il faut avoir égard à un grand nombre de considérations qui la rendent difficile, et demandent beaucoup d'habitude dans celui qui la fait. Il doit avoir égard,

- 1°. Au degré de dureté de la roche.
- 2°. Aux fissures qui la traversent et peuvent ou faciliter le travail, ou le rendre plus difficile.
- 3°. Aux dimensions de l'ouvrage, c'est-à-dire, de l'excavation qu'on se propose de faire.
- 4°. A la position et la forme de l'ouvrage (si c'est une galerie, un puits, un percement en

(1) Nous avons dit qu'à Freyberg la paie des mineurs, travaillant à la journée, était de 90 cent. par jour ou 4,50 fr. par semaine (on ne travaille pas le samedi). On fait en sorte que ceux qui travaillent à prix fait gagnent de 5 à 5,33 fr. au plus.

montant, etc.), les mineurs étant quelquefois obligés de prendre une attitude forcée qui rend le travail plus difficile.

5°. A la position des couches de la roche par rapport au mineur (qui poursuit son ouvrage) (1).

6°. Au nombre de trous qu'un mineur peut forer et faire sauter dans son poste, ou combien il peut arracher de roche si le travail se fait à la pointrôle.

7°. A la profondeur que l'on doit donner aux trous.

8°. A l'effet que produit la poudre dans les trous, pour fixer la quantité de celle qu'on doit y mettre.

Il faut en outre examiner,

9°. Si le filon peut être *dépouillé* (rendu libre sur une de ses salbandes).

10°. Si le dépouillement doit être considérable, s'il doit être fait à la pointrôle, ou avec le pic à roc, et quelle doit être sa largeur.

11°. Si le filon est adhérent ou non à la roche adjacente, tant dans son toit que dans son mur.

12°. Si les ouvriers doivent, sur le prix qui leur est alloué, fournir la poudre et faire refforger la pointe et le tranchant de leurs outils. On doit ainsi savoir la quantité de poudre qu'ils mettent dans chaque trou, et la quantité d'outils qu'ils émoussent dans leur poste.

(1) Lorsque les couches s'inclinent vers le mineur, c'est une circonstance désavantageuse; elle est favorable dans le cas contraire.

13°. Enfin combien on peut employer d'ouvriers par jour à un travail (1).

Pour mettre à même d'apprécier l'influence, que les diverses circonstances que nous venons d'exposer, peuvent avoir dans la détermination des prix faits, nous allons rapporter divers exemples pris dans les mines de la Saxe.

I. On pousse une galerie de quatrième étage (2), ayant  $1 \frac{2}{3}$  toise (3) de hauteur sur  $\frac{2}{3}$  de large (le faite est plan), sur un filon *N.* . . . , dont la direction est de 12 heures, et l'inclinaison de  $76^\circ$  vers l'Ouest. Le filon consiste en gneis et argile (*letten*); il n'a que de 1 à 2 pouces de puissance. La roche est également de gneis, et est *fort dure*; c'est le quatrième degré de dureté dans l'ordre de classification admis par M. Werner (4); elle ne peut s'exploiter qu'à la poudre, et résiste absolument

(1) L'usage ordinaire à Freyberg est d'employer quatre ouvriers (à une galerie, par exemple): dans les 24 heures, chacun fait un poste de six heures, et ils se relèvent devant l'ouvrage même. Lorsque le travail est pressé on emploie huit mineurs; il en y a deux qui travaillent en même-temps; l'un conduit la moitié inférieure, l'autre la supérieure; celui-ci est en arrière de quelques mètres.

(2) Les mines de Freyberg sont divisées en étages par des galeries (*Gezeugstrecken*), poussées de 20 en 20 toises les unes au-dessous des autres, à compter de la galerie d'écoulement; ainsi le quatrième étage est à 80 toises au-dessous de cette galerie.

(3) La toise ou *Lachter* des mines de Freyberg est de 15 lignes plus grande que l'ancienne toise de France; elle égale 1,983 mètres. (Voyez le *Journal des Mines*, n°. 96).

(4) Nous avons fait connaître cette division dans le Mémoire qui précède celui-ci.

à la pointrôle. Elle n'est traversée que par très-peu de fissures dont le mineur puisse tirer avantage. Le filon n'est pas adhérent à la roche; et il se trouve sur le mur de la galerie; ce qui fait que les coups de poudre, lorsqu'ils sont bien disposés, produisent de l'effet. Le filon n'est pas arraché séparément: on fait sauter tout à la fois.

On a, dans la journée, quatre ouvriers à ce travail: chacun fait, dans son poste, deux trous de 14 à 17 pouces de profondeur, suivant la circonstance; un trou exige deux heures de tems pour être foré. Chaque mineur met hors de service, dans son poste, quatre fleurets et deux ou trois pointrôles, qui lui servent à préparer dans le roc l'emplacement du trou; et à arracher les parties de roche qui sont restées en saillie après que le coup a sauté. Dans quatre semaines (20 jours), il a besoin de 5 livres (1) de poudre. Dans quatre semaines ou vingt jours, les quatre ouvriers font 1  $\frac{5}{12}$  toise courante.

Le travail leur est alloué à raison de 19 reichsdaller ou 76 francs (2) la toise courante, y compris la poudre.

(1) Il s'agit de la livre de Cologne, qui est un peu plus petite que celle de France, dans le rapport de 95 : 100; elle égale 0,467 kilogrammes: les six livres de poudre coûtent 5 francs.

(2) Un écu de 6 francs passe, dans le pays, pour un reichsdaller et demi: ainsi nous prendrons un reichsdaller pour 4 francs, quoiqu'à la rigueur il ne contienne que  $\frac{31}{20}$  marc (de Cologne) d'argent, et que le kilogramme étant à 226 francs, il ne fasse que 3,95 francs.

M. Lempe trouve par sa formule (1), en prenant le prix ordinaire de la main-d'œuvre, c'est-à-dire, 4,50 francs par semaine, qu'au lieu de 76 fr., on n'aurait eu 72,68: ainsi, sur le prix fait, les ouvriers ont un bénéfice de 3,32 francs au-dessus du prix ordinaire de la journée.

D'où l'on conclut que la toise courante coûte:

|                                                |               |
|------------------------------------------------|---------------|
| En main-d'œuvre. . . . .                       | 52,03 francs. |
| En poudre. . . . .                             | 13,97         |
| En outils (pour reforgez les pointes). . . . . | 8,56          |
| En outils (consommation d'acier). . . . .      | 4,28          |
| Somme. . . . .                                 | 78,84         |
| En jours (de 24 heures). . . . .               | 16,77 jours.  |

Ce qui par toise cube revient à:

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Main-d'œuvre. . . . .             | 111,94 francs. |
| Poudre. . . . .                   | 30,06          |
| Outils (pour reforgez). . . . .   | 18,44          |
| Outils (consommation). . . . .    | 9,22           |
| Total pour la toise cube. . . . . | 169,66         |
| Tems. . . . .                     | 36 jours.      |

II. Dans la même mine et sur le même filon, mais au troisième étage, c'est-à-dire, 20 t. plus haut, on pousse vers le Sud une galerie de 1  $\frac{11}{12}$  toise de hauteur et  $\frac{1}{2}$  de large. Le filon a trois

(1) M. Lempe établit ainsi cette formule:

$$P = \frac{t}{n} m \cdot (B + \lambda \cdot p \cdot b \cdot r), \text{ dans laquelle:}$$

$P$  = Prix cherché.

$t$  = Le tems ou nombre de semaines employées pour arracher le nombre de toisés =  $n$ .

$m$  = Le nombre d'ouvriers employés.

$B$  = La paie ordinaire par semaine.

$\lambda$  = Le nombre de postes qu'un mineur fait par semaine.

$p$  = Le nombre de trous qu'un ouvrier fait dans son poste.

$b$  = La fraction de la livre de poudre employée à chaque trou.

$r$  = Le prix de la livre de poudre.

ou quatre pouces de puissance ; il consiste en *hornstein*, quartz, et un peu de spath fluor : il n'est point adhérent à la roche. Celle-ci consiste en gneis contenant un peu de quartz ; ses couches inclinent de 55 à 60°. vers le couchant : elle est en outre traversée par des fissures dont le mineur tire parti. Elle est dure ; et on fait sauter à la fois roche et filon.

Quatre mineurs poussent cette galerie : chacun, dans son poste, fait deux trous de 13 à 16 pouces de profondeur, et met hors de service quatre fleurets et une ou deux pointrôles ; il emploie quatre livres de poudre (1) dans quatre semaines. On travaille le samedi : on fait 1  $\frac{5}{8}$  toise courante en quatre semaines.

Le travail leur est alloué à raison de 15 *reichsthaler* ou 60 francs la toise courante ; le prix de la poudre est compris dans cette somme.

M. Lempe, par sa formule, trouve 14 *reichsthaler* ; ainsi les mineurs ont 4 francs de plus que s'ils avaient travaillé à la journée. Des données ci-dessus, on conclut, pour prix de la toise courante en :

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .               | 52,62 francs. |
| Poudre. . . . .                     | 7,38          |
| Outils (à forger). . . . .          | 5,86          |
| Outils (consommation). . . . .      | 2,93          |
| Total de la toise courante. . . . . | 68,79         |
| Tems. . . . .                       | 14,8 jours.   |

(1) Les six livres de poudre à 4,50 francs.

Ce qui, réduit à la toise cube, donne pour la

|                                             |               |
|---------------------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .                       | 99,05 francs. |
| Poudre. . . . .                             | 13,90         |
| Outils (à reforcer). . . . .                | 10,92         |
| Outils (consommation). . . . .              | 5,46          |
| Total des frais pour la toise cube. . . . . | 129,33        |
| Tems. . . . .                               | 27,8 jours.   |

III. Encore sur le même filon, et 20 toises plus haut que dans le cas précédent, on pousse vers le Sud une galerie de 1  $\frac{1}{4}$  de toise de hauteur et  $\frac{1}{4}$  de large. Le filon a dans cet endroit trois ou quatre pouces de puissance ; il consiste en quartz, spath calcaire, pyrite et blende : il n'est point adhérent à la roche. Celle-ci consiste en un gneis, contenant quelques veines de quartz : ses couches inclinent de 27 à 30 degrés vers le Sud : ce qui est fort avantageux aux mineurs, du moment que l'entaille inférieure est faite : elle est, en outre, traversée par des fissures, dont on tire profit dans l'emplacement des trous, lesquels produisent toujours leur plein effet. Elle est fort dure, et ne peut être attaquée que par la poudre : elle se fore même difficilement.

On emploie huit mineurs à cette galerie ; chacun d'eux fait, dans son poste, un ou deux trous de 13 à 16 pouces de profondeur : il met hors de service quatre fleurets et huit pointtôles : en quatre semaines, il emploie six livres de poudre. Pendant ce tems, les huit mineurs font 3  $\frac{1}{2}$  de toise courante.

Le travail leur est payé à raison de (18 *reichsthaler*) 72 francs, sur quoi ils doivent payer la poudre et les frais de forge.

M. Lempe trouve environ 68 francs, ainsi

les ouvriers ont 4 francs de bénéfice, c'est-à-dire, en excès sur la paie ordinaire.

Dans cet exemple, la toise courante a coûté en :

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 53,96 francs. |
| Poudre. . . . .                | 10,67         |
| Outils (à reforge). . . . .    | 7,37          |
| Outils (consommation). . . . . | 3,68          |

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| Prix de la toise courante. . . . . | 75,68       |
| Tems. . . . .                      | 5,93 jours. |

Ou par toise cube :

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 57,56 francs. |
| Poudre. . . . .                | 11,38         |
| Outils (à reforge). . . . .    | 7,86          |
| Outils (consommation). . . . . | 3,93          |

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| Prix de la toise cube. . . . .          | 80,73        |
| Tems (réduit à quatre mineurs). . . . . | 12,64 jours. |

IV. Dans la mine N. . . . on pousse, vers l'Ouest, une galerie d'écoulement, ayant  $\frac{1}{4}$  de toise de hauteur sur  $\frac{1}{2}$  de large. La direction du filon que l'on suit est de  $8\frac{1}{2}$  heures : il a un pouce de puissance ; il consiste en quartz, grès et spath calcaire : il n'est point adhérent à la roche. Celle-ci est un gneis très-dur, traversé de très-peu de fissures ; ses couches inclinent de  $35^{\circ}$  à  $38^{\circ}$ . vers le Sud-ouest ; sa dureté approche de l'extrêmement grande, et elle oppose beaucoup de résistance à l'action de la poudre, lorsque les trous ne sont pas convenablement placés : quelques coups de poudre sont souvent sans effet.

Huit mineurs travaillent à cette galerie ; chacun d'eux fait, dans son poste, deux trous de 10 à 14 pouces de profondeur ; il met hors de service 8 fleurets et 14 pointrôles : il emploie  $7\frac{1}{2}$

livres de poudre en quatre semaines. Pendant ce tems, les huit font  $2\frac{1}{2}$  toises courantes.

Le montant du prix fait est de (24,56 reichsthaler) 98,24 francs, y compris la poudre et les frais de forge.

M. Lempe trouve 96 francs, ainsi les ouvriers n'ont guère eu que le prix ordinaire de la journée.

Des données ci-dessus, on conclut que la toise courante coûte en :

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 56,91 francs. |
| Poudre. . . . .                | 20,00         |
| Outils (à reforge). . . . .    | 21,33         |
| Outils (consommation). . . . . | 10,66         |

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| Total de la toise courante. . . . . | 108,90      |
| Tems. . . . .                       | 8,89 jours. |

Ce qui fait pour la toise cube :

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 60,70 francs. |
| Poudre. . . . .                | 21,33         |
| Outils (à reforge). . . . .    | 22,76         |
| Outils (consommation). . . . . | 11,38         |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| Prix de la toise cube. . . . .          | 116,17    |
| Tems (réduit à quatre mineurs). . . . . | 19 jours. |

V. Dans la mine de . . . . ., à 60 toises au-dessous de la galerie d'écoulement, on pousse une galerie de  $\frac{1}{2}$  de toise de haut, sur  $\frac{1}{2}$  de large ; elle est sur un filon, dont la puissance est de  $\frac{1}{2}$  toise ; la gangue est un gneis très-dur, dans lequel il y a quelques petits grains de galène : il est adhérent par ses deux salbandes à la roche adjacente. La galerie est prise en entier dans la masse du filon : on laisse, de part et d'autre, la roche intacte. La gangue est en feuillets très-courts : ce qui fait que fort souvent il n'y a qu'une partie de la roche, en avant du trou, qui

saute; l'autre partie reste en place. Il n'y a point de fissures dont le mineur puisse s'aider.

On emploie huit mineurs à cette galerie : chacun fait, dans son poste, deux trous de 13 à 16 pouces de profondeur : il met hors de service 7 fleurets et 8 pointrôles. Les huit mineurs, en quatre semaines, dépensent 55 livres de poudre, et font  $1\frac{1}{2}$  de toise courante.

Le travail leur est payé (33,46 *reichsthaler*) 133,84 francs, y compris la poudre (1).

En prenant le prix ordinaire de la journée, on trouve à peu-près la même somme.

La toise courante de cette galerie coûte en :

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 100,51 francs. |
| Poudre. . . . .                | 33,33          |
| Outils (à reforger). . . . .   | 27,80          |
| Outils (consommation). . . . . | 13,90          |

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Prix de la toise courante. . . . . | 175,54       |
| Tems employé. . . . .              | 14,54 jours. |

En toise cube :

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| Main-d'œuvre. . . . .           | 160,80 francs. |
| Poudre. . . . .                 | 53,33          |
| Outils (pour reforger). . . . . | 44,48          |
| Outils (consommation). . . . .  | 22,24          |

|                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Prix de la toise cube. . . . .          | 280,85                  |
| Tems (réduit à quatre mineurs). . . . . | 46 $\frac{1}{2}$ jours. |

VI. Dans la même mine, mais 40 toises plus bas, on pousse une galerie de une toise de haut sur  $\frac{1}{2}$  de large. Le filon a toujours  $\frac{1}{2}$  toise de puissance : outre le gneis, il contient du spath pesant, de la galène, du *fahlerz*, de l'argent rouge : la pierre a les mêmes qualités que

(1) Les six livres coûtent 5 francs.

ci-dessus ; elle est adhérente à la roche, etc. : la galerie est en entier dans la masse du filon.

On a également ici huit mineurs : chacun fait deux trous, dans son poste ; il met hors de service 5 fleurets et 12 pointrôles : ils emploient 55 livres de poudre en quatre semaines, et pendant ce tems, ils font  $1\frac{1}{4}$  de toise courante.

Ils sont payés à raison de (32 *reichsthaler*) 128 francs la toise, y compris la poudre.

Par la formule de Lempe, on trouve 132 francs ; ainsi les mineurs sont en perte de 6 francs, relativement au prix ordinaire de la journée.

La toise courante coûte ici en :

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .           | 96,12 francs. |
| Poudre. . . . .                 | 31,88         |
| Outils (pour reforger). . . . . | 22,88         |
| Outils (consommation). . . . .  | 11,44         |

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Prix de la toise courante. . . . . | 162,32       |
| Tems. . . . .                      | 13,91 jours. |

Ce qui fait pour la toise cube (le double) :

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 192,24 francs. |
| Poudre. . . . .                | 63,76          |
| Outils (à reforger). . . . .   | 45,76          |
| Outils (consommation). . . . . | 22,88          |

|                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Prix de la toise cube. . . . .          | 324,64                  |
| Tems (réduit à quatre mineurs). . . . . | 55 $\frac{1}{2}$ jours. |

VII. Une galerie d'écoulement de  $\frac{1}{2}$  de toise de haut, sur  $\frac{1}{2}$  de large, est poussée, vers l'Ouest, sur un filon dirigé vers 9  $\frac{1}{2}$  heures de la boussole, et incliné de 67°. : sa puissance est de 2 à 3 pouces : il consiste en gneis et argile. La roche adjacente est en gneis, très-élastique (*zaeher*), selon l'expression des mineurs : les coups de poudre n'y produisent jamais leur effet en entier : avant d'attaquer la roche, il faut arracher le

filon, afin qu'elle ait une face entièrement libre. Ses couches inclinent d'environ  $35^{\circ}$ . vers le Sud-est; cette stratification, ainsi que les fissures qui traversent la roche, sont plus nuisibles qu'avantageuses au mineur.

On occupe à cette galerie quatre mineurs: chacun fait deux trous, dans son poste; il met hors de service 3 fleurets et 6 pointrôles, et il emploie 5 l. de poudre en quatre semaines: dans cetems, les quatre mineurs font  $1\frac{1}{2}$  toise courante.

La toise leur est payée ( $14\frac{1}{2}$  reichsthaler) 58 francs.

Par la formule de Lempe, on trouve 59 francs.

Dans cet exemple, la toise courante coûte en:

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 47,89 francs. |
| Poudre. . . . .                | 11,11         |
| Outils (pour reforgé). . . . . | 6,22          |
| Outils (consommation). . . . . | 3,11          |

Prix de la toise courante. . . . . 68,33

Ce qui revient par toise cube en:

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 76,62 francs. |
| Poudre. . . . .                | 17,78         |
| Outils (à reforgé). . . . .    | 9,95          |
| Outils (consommation). . . . . | 4,97          |

Prix de la toise cube. . . . . 109,32

Temps. . . . .  $21\frac{1}{2}$  jours.

VIII. Une galerie de  $\frac{1}{4}$  de toise de hauteur, sur  $\frac{1}{2}$  de large, est poussée vers le Nord sur un filon, dont la direction est  $2\frac{1}{4}$  heures. Ce filon n'a que  $\frac{1}{2}$  pouce de puissance; il consiste en gneis et argile. La roche adjacente est un gneis à feuilletés très-courts, et inclinés d'environ  $47^{\circ}$ . vers le Nord: elle n'est traversée que par quelques fissures qui sont de peu d'avantage pour

le mineur, lequel ne tire avantage que de la lisière du filon.

Il n'y a que deux mineurs employés à ce travail: chacun fait deux trous de 13 à 17 pouces de profondeur: il met hors de service quatre fleurets et deux pointrôles: il emploie six livres de poudre en quatre semaines. Pendant ce tems, les deux font  $\frac{1}{4}$  de toise courante.

Ils sont payés à raison de 56,33 francs par toise, y compris la poudre.

C'est le même prix que s'ils eussent travaillé au prix ordinaire de la journée.

La toise courante revient ici en:

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 43,33 francs. |
| Poudre. . . . .                | 13,00         |
| Outils (à reforgé). . . . .    | 6,52          |
| Outils (consommation). . . . . | 3,26          |

Toise courante. . . . . 66,11

Tems. . . . .  $26\frac{2}{3}$  jours.

Par toise cube; on a en:

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 69,33 francs. |
| Poudre. . . . .                | 20,80         |
| Outils (pour reforgé). . . . . | 10,43         |
| Outils (consommation). . . . . | 5,21          |

Prix de la toise cube. . . . . 105,77

Tems (réduit à quatre mineurs). . . . .  $22\frac{1}{2}$  jours.

Aux exemples rapportés par M. Lempe, j'en joins deux autres que j'extraits du premier volume de mon ouvrage sur les mines de Freyberg (1).

IX. On poursuit sur le filon N. . . . . une aîle de la grande galerie d'écoulement; sa hauteur est de  $1\frac{1}{2}$  de toise, et sa largeur de  $\frac{3}{4}$ . La roche y est dure, mais les coups de poudre produisent leur plein effet. On y fait travailler 12 mineurs, trois à la fois; deux travaillent de front, et le troisième qui

(1) Des Mines de Freyberg et de leur exploitation, chapitre des Galeries, tome I, page 116.



qui est derrière, arrache la partie du faite que les deux autres ont laissé en arrière. Chacun met hors de service, dans son poste, 4 fleurets et 12 pointrôles, et consomme environ un quart (0,23) de livre d'acier en outils (1) : il emploie en quatre semaines 8 livres de poudre (2) : et pendant ce tems, les douze font trois toises de travail.

Ainsi par toise courante on a en :

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Main-d'œuvre. . . . .          | 86,40 francs. |
| Poudre. . . . .                | 33,60         |
| Outils (à reforger). . . . .   | 16,67         |
| Outils (consommation). . . . . | 8,67          |

Prix de la toise courante. . . . . 145,34

Tems. . . . . 6  $\frac{1}{3}$  jours.

Ce qui se réduit pour la toise cube à :

Main-d'œuvre. . . . . 70,89 francs.

Poudre. . . . . 27,57

Outils (pour reforger). . . . . 13,68

Outils (consommation). . . . . 7,12

Prix de la toise cube. . . . . 119,26

Tems (réduit à quatre mineurs). . . . . 16,41 jours.

X. A *Durrenthal*, à 4 lieues au Nord de *Freyberg*, on perce une galerie ou plutôt un aqueduc souterrain de 1  $\frac{1}{4}$  toise sur  $\frac{1}{2}$  de large, dans une roche extrêmement dure : lorsque je l'ai visité, on était à environ 300 de l'orifice ; on y occupait huit mineurs par jour. L'ouvrage leur était alloué à raison de 214 francs ; sur cette somme ils devaient payer la poudre et faire reforger leurs outils. La consommation en acier était d'environ 11 fr. On payait en outre 15 fr. pour le transport hors de la galerie de la roche arrachée. En quatre semaines ces huit ouvriers ne faisaient que  $\frac{2}{3}$  de toise.

Ainsi en main-d'œuvre, poudre, frais de

forge, la toise courante coûte. . . . . 214 francs.

Consommation en outils. . . . . 11

Toise courante. . . . . 225

Tems. . . . . 25 jours.

(1) Les 100 livres coûtent 52 francs.

(2) La livre de poudre coûte ici 1,05 francs.

Ainsi

Ainsi la toise cube coûte en :

Main-d'œuvre, poudre, forgeage. . . 239,68 francs.  
Outils (consommation). . . . . 12,32

Prix de la toise cube. . . . . 252,00

### PRIX COUTANT

De l'exploitation d'un mètre cube de roche, dans les expériences ci-dessus.

| No. de l'exp. | Main-d'œuvre. (1) | Poudre. (2) | Pour reforger les outils. (3) | Consommation en outils. (4) | Somme. (5) | Tems. (6) |
|---------------|-------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|-----------|
|               | Francs.           | Fr.         | Fr.                           | Fr.                         | Fr.        | Jo. heur. |
| I.            | 14,35.            | 3,86.       | 2,36.                         | 1,18.                       | 21,75.     | 4. 15     |
| II.           | 12,70.            | 1,78.       | 1,40.                         | 0,70.                       | 16,58.     | 3. 13     |
| III.          | 7,38.             | 1,46.       | 1,01.                         | 0,50.                       | 10,35.     | 1. 15     |
| IV.           | 7,78.             | 2,74.       | 2,92.                         | 1,46.                       | 14,90.     | 2. 10     |
| V.            | 20,55.            | 6,84.       | 5,70.                         | 2,85.                       | 35,94.     | 5. 23     |
| VI.           | 24,65.            | 8,18.       | 5,87.                         | 2,93.                       | 41,63.     | 7. 3      |
| VII.          | 9,83.             | 2,28.       | 1,28.                         | 0,64.                       | 14,03.     | 2. 18     |
| VIII.         | 8,89.             | 2,67.       | 1,34.                         | 0,67.                       | 13,57.     | 2. 18     |
| IX.           | 9,09.             | 3,53.       | 1,75.                         | 0,91.                       | 15,28.     | 2. 3      |
| X.            | .....             | .....       | .....                         | 1,58.                       | 32,32.     | 7. 4      |

(1) La main-d'œuvre est (en Saxe) de 18 s. = 90 cent. par poste de mineur : dans les prix faits, elle est tantôt un peu plus, tantôt moins, mais plus rarement un peu moins.

(2) Le prix de la poudre est de 5 francs les six livres (2,802 kil.) dans les Nos. I, V, VI, VII, VIII ; de 4,50 francs dans les Nos. II, III, IV ; et de 6,30 francs dans le N<sup>o</sup>. IX.

(3) Il en coûtait 33 centimes, en 1793, (Nos. I — VIII) pour reforger la pointe de 60 pointrôles, et autant pour le tranchant de 12 fleurets ; actuellement (1800) il en coûte 40.

(4) Quant à la consommation en acier pour les outils, on n'a eu de donnée positive que dans l'expérience N<sup>o</sup>. IX ; dans les autres on a pris la moitié du prix qu'il en coûte pour reforger les outils.

(5) La somme représente le prix coûtant pour l'exploitation d'un mètre cube de roche.

(6) Les jours sont de 24 heures : pendant ce tems, on emploie quatre mineurs qui travaillent six heures chacun.

Le terme moyen des huit observations de M. Lempe, est de 21,16 francs ; et, en tems, de trois jours vingt heures : le terme moyen des dix observations rapportées, est de 21,69 fr. et de quatre jours. Il faut observer qu'en doublant les prix coutans du mètre cube, on a ceux du mètre courant d'une galerie ordinaire, et en les quadruplant ceux d'une toise courante de pareille galerie (1,09 toises de haut sur  $\frac{1}{2}$  de large) ; pour cette dernière, le terme moyen serait de 86,76 francs, et seize jours de tems. Dans la pratique ordinaire on peut prendre ce terme moyen à 100 francs ; et pour le tems, de quinze à vingt jours à raison de quatre ouvriers.

| Observation | Temps (jours) | Prix (francs) | Temps (jours) | Prix (francs) |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 2           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 3           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 4           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 5           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 6           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 7           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 8           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 9           | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |
| 10          | 3             | 21,16         | 4             | 21,69         |

M É M O I R E

Sur l'emploi de la Houille brute dans les diverses opérations de la fabrication du fer.

Par M. ROZIERE, ingénieur des mines,

J'AI fait dans le cours de l'an dix, conjointement avec mon collègue Houry, divers essais dans les forges du département de la Haute-Marne. Nous avions pour but de constater l'utilité dont pourraient être certaines espèces de houilles brutes ou non débituminisées, dans le traitement du fer au feu d'affinerie. J'ai répété plus en grand les mêmes essais, dans le cours de l'an onze, et j'ai entrepris des suites d'expériences analogues pour comparer les effets de ces combustibles dans les autres opérations relatives au traitement du fer.

D'abord nous ne cherchions qu'à substituer au charbon de bois, un combustible moins coûteux ; nous nous sommes aperçus qu'il n'était pas impossible d'en tirer parti pour améliorer, en certain cas, la qualité du fer : sous ce dernier rapport, ces résultats me paraissent fort opposés à l'opinion commune ; c'est ce qui m'a engagé à répéter les expériences un grand nombre de fois, et je les présente ici, afin, qu'on puisse les vérifier.

Plusieurs maîtres de forges très-expérimentés les ont suivies avec attention, ou pour mieux

dire, elles ont été faites en commun avec eux, et quelques-unes avec un chymiste distingué, (M. Bosc, Tribun, membre de la Société d'Encouragement) (1).

## PREMIÈRE PARTIE.

*Résultat des Expériences faites en l'an dix au feu de Renardière, conjointement avec M. Houry.*

La houille, dont nous nous sommes servi, venait de Rive-de-Giez, et n'était point réduite en koak. Nous l'avons successivement employée à la dose d'un cinquième, d'un quart, d'un tiers et de deux cinquièmes, contre  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  etc. de charbon de bois.

Voici les détails du procédé. La houille était mêlée avec le tiers ou la moitié de son poids de poussière de charbon de bois bien humectée; quelquefois nous y avons ajouté une petite quantité de castine pulvérisée.

Chaque opération se commençait avec une demi-resse de charbon de bois, pesant environ dix kilogrammes. On attendait qu'il fût enflammé, puis on jetait dessus la quantité de houille ainsi préparée; l'opération s'achevait avec du charbon de bois seul.

(1) Les rapports particuliers et les procès-verbaux de chaque suite d'expériences, adressés au Conseil des Mines, ont été accompagnés d'échantillons des différentes sortes de fer fabriquées. Ces échantillons sont déposés dans la collection publique des produits de l'industrie minéralogique de la France.

Il résulta de ces premières expériences :

1°. Qu'un cinquième ou un quart de houille non débituminisée, pouvait s'employer avec succès au feu de Renardière, contre  $\frac{1}{4}$  ou  $\frac{1}{2}$  de charbon de bois.

A la vérité nous avons obtenu quelques résultats satisfaisans, avec un tiers et même deux cinquièmes de houille, mais le succès n'a pas été constant. Cette proportion est trop voisine de la limite, où la qualité des fers est altérée, elle exigerait de la part des ouvriers des attentions qu'ils ne sauraient prendre constamment.

2°. Avec un quart de houille, la qualité des fers n'a point été altérée, elle y a même gagné; ils se sont trouvés plus nerveux et plus tenaces.

3°. La quantité de fonte employée, a été quelquefois dans le même rapport qu'avec le charbon de bois seul; mais nous avons trouvé sur ce point de grandes variations. Pour fabriquer un mille de fer, on n'a quelquefois employé que 1300 livres de fonte, et d'autres fois 1462 livres; la différence des mines et la difficulté d'estimer cette consommation, sur de petites quantités, ont produit ces variations. On trouvera plus bas des données précises sur ce point et sur la quantité de charbon de bois, que peut remplacer une quantité donnée de houille brute.

J'ajouterai seulement que les houilles de Ronchamps et de Champagne, n'ont pu réussir dans ces opérations, même en très-petite quantité: elles gâtent, pour se servir de l'expression des ouvriers, les faisils de la forge; et la qua-

lité du fer s'en ressent jusque dans les opérations subséquentes. Toutes les espèces de houille très-pyriteuses produisent le même effet.

*Tableau des Expériences faites en l'an X, dans les forges d'Arc, régies par M. Etienne (1), et dans celles de Château-Villain et de Clairveau, appartenant à M. M. Quillard frères, Départemens de la Haute-Marne et de l'Aube.*

| NOMS<br>DES<br>FORGES.  | Durée<br>moyenne<br>des<br>opérat. | Nombre<br>des<br>opérat. | MATIÈRES EMPLOYÉES. |                             |             |                  | Fer<br>obtenu. |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|------------------|----------------|
|                         |                                    |                          | Houilles.<br>kil.   | Charbon<br>de bois.<br>kil. | Fente.<br>— | Castine.<br>kil. |                |
| Arc. . . .              | 60. min.                           | 4.                       | 50.                 | 142.                        | —           | 7.               | 115. kil.      |
| Château-<br>Villain. .  | 50.                                | 6.                       | 105.                | 182.                        | 245.        | 0.               | 167.           |
| Clairveau.              | 48.                                | 5.                       | 75.                 | 125.                        | 156.        | 0.               | 106.           |
| Clairveau<br>(bis). . . | 48.                                | 3.                       | 36.                 | 104.                        | 120.        | 0.               | 96.            |

#### SECONDE PARTIE.

Les résultats obtenus l'année précédente, avaient besoin d'être confirmés, quelques-uns d'être établis d'une manière plus précise. Parmi

(1) M. Etienne d'Arc, maître de forges, très-expérimenté, a essayé le premier, dans ce Département, la houille non débituminisée; d'anciennes expériences ont été faites à Saint-Dizier à la forge du Buïsson, etc. mais avec le koak.

les nombreuses suites d'expériences répétées dans différentes forges des départemens de la Haute-Marne et des Vosges, j'en choisirai deux faites dans des vues différentes, et qui sont à-peu-près des termes moyens entre les autres.

*Expériences faites à Froncles-les-Bussières, Département de la Haute-Marne, pour déterminer la plus grande proportion de houille brute de Rive-de-Giez, qu'on puisse employer pour l'affinage du fer; elles ont été faites conjointement avec M. Hercule de Courty, propriétaire de forges.*

Le 7 thermidor à 8 heures du matin j'ai fait placer au feu de Renardière un tronçon de gueuse pesant 413 kilogrammes.

#### Première opération.

Le premier Renard a été fait au charbon de bois seul, afin d'échauffer la gueuse.

La loupe a été retirée du feu à 9<sup>h</sup>. 25'. On a consommé 68 kilogrammes de charbon de bois, la barre de fer qui en est résultée pesait 31,5 kilogrammes.

#### Seconde opération.

Dix-huit kilogrammes de charbon de terre de Rive-de-Giez, et environ neuf kilogrammes de faisil ou poussière de charbon de bois, ont été mêlés et bien humectés.

On a d'abord garni le feu avec une demirresse de charbon de bois, pesant 9 kil.; quand

il a été enflammé, on a jeté par-dessus la moitié de la houille préparée, quelque tems après une autre demi-resse de charbon de bois, ensuite l'autre moitié de la houille, et l'opération a été achevée avec du charbon de bois seule : elle a duré 1<sup>h</sup>. 10', et a consommé au total 51 kil. de combustible. La barre de fer obtenue pesait 33 kil. ; ayant été cassée pour l'éprouver, elle a été trouvée de bonne qualité, présentant dans sa cassure beaucoup de nerf vers les bords, et quelques petites facettes vers l'intérieur.

*Troisième opération.*

Elle a duré 1<sup>h</sup>. 25' ; on a employé 18 kil. de houille préparée comme dans l'opération précédente, et 32 kil. de charbon de bois, en tout 50 kil. de combustible.

Le fer, provenant de cette opération, s'est très-bien forgé, tandis qu'il a été chauffé à blanc ; mais dès qu'il eut pris la couleur rouge-cerise, il s'est brisé en plusieurs morceaux, et il a été impossible de l'étirer en barre.

Deux circonstances ont contribué à cet accident ; d'abord l'ouvrier soulevant sans précaution la maquette, a fait tomber le charbon de terre dans le fond du foyer, aussitôt qu'il venait d'y être jeté, et sans lui avoir laissé le tems de se dessouffrer ; en second lieu, celui qui a fait le Renard suivant n<sup>o</sup>. 4, a jeté tout d'un coup sur le feu 23,5 kil. de charbon de terre (ou 47 liv.), destinés à être partagés en deux fois ; de sorte que la pièce s'est trouvée chauffée entièrement à la houille.

*Quatrième opération.*

Cette opération a été faite avec 23,5 kil. de houille, et 28,5 kil. de charbon de bois, en tout 52 kil. de combustible : le fer qui en est résulté pesait 31 kil.

La barre s'est bien forgée à toutes les températures ; il s'y est manifesté seulement quelques petites gerçures ; on l'a cassée facilement, et la cassure n'a présenté que peu de nerf et beaucoup plus de petites facettes : ainsi la qualité du fer a été sensiblement altérée. Ce qui peut servir à prouver que la manière de conduire l'opération, influe beaucoup sur la qualité du fer, c'est que cette pièce fabriquée avec près de 47 livres de houille, a été infiniment moins cassante que la précédente fabriquée seulement avec 37.

J'avais eu soin dans le cours de l'opération de faire enlever les maquettes avec précaution, en les tirant à soi, au lieu de les soulever ; de même en les remettant chauffer, on évitait de trop ouvrir le feu ; précautions qui avec de l'habitude ne présentent à l'ouvrier aucune espèce de difficulté.

J'ai veillé également à ce que la houille fût étendue sur le feu, de manière à l'envelopper entièrement ; cette disposition contribue beaucoup à l'économie du combustible. Sans former précisément une croûte solide, la houille forme au moins une enveloppe, qui concentre la chaleur dans le foyer : point très-important, parce qu'il corrige le vice du foyer d'affinerie, qui, comme tous les feux ouverts,

laisse dégager en pure perte une immense quantité de calorique.

Dans les cinq opérations suivantes, on a brûlé 220 kil. de charbon de bois, et 36 kil. de houille, en tout 256 kil. de combustible : on a obtenu 194 kil. de fer.

Sur les cinq pièces, trois se sont bien étirées en barres, les autres se sont cassées une fois chacune. Ce résultat semblerait indiquer que la proportion de houille était encore un peu trop considérable ; mais il faut remarquer que lorsque l'on a dépassé de beaucoup la proportion convenable, l'état du foyer est altéré pour long-tems : la qualité du fer s'en ressent dans les opérations suivantes, quand bien même on n'y ajouterait pas de nouvelle houille.

Total du fer obtenu dans toute cette suite d'expériences, 289 kil. ; de la fonte employée 413 kil, ce qui est dans le rapport ordinaire ; total du combustible, 476 kil. , y compris 95,5 de houille.

*Observation.* Si l'on eût opéré avec le charbon de bois seul, on aurait consommé 2 kil. de combustible par kil. de fer ; les 95 kil. de houille ont donc remplacé le double de leur poids de charbon de bois ; résultat confirmé par toutes les autres expériences. On doit observer que le faisil ou poussière de charbon de bois, contribue pour beaucoup à produire cet avantage ; mais comme cette matière est à-peu près perdue dans les forges, son emploi peut

être regardé comme une véritable économie de combustible.

Je vais terminer les épreuves au feu de Renardière, par l'extrait du procès-verbal d'une suite d'expériences faites aux forges de Poissons, conjointement avec M. de Riaucourt, propriétaire, et de Courty père ; ancien maître de forges : « Le 10 thermidor, nous avons fait placer au feu d'affinerie une gueuse déjà entamée, pesant alors 2,250 liv. Elle provenait des mines de Poissons, employées sans mélange d'aucune autre ».

Le premier Renard a été fait uniquement, au charbon de bois ; la gueuse n'étant pas échauffée, il a fallu employer 5 resses  $\frac{1}{2}$ , ou 192 livres (1).

Dans les 16 pièces fabriquées ensuite, on n'a employé pour chacune que 2 resses  $\frac{1}{2}$  de charbon de bois, et en outre 15 livres de houille de Rive-de-Giez non débituminisées, mélangées avec moitié de son poids de poussière de charbon de bois. On a eu constamment l'attention de jeter la houille sur le feu, de manière à le bien couvrir, et on a évité de la faire tomber dans le fond du foyer, tandis qu'il s'en dégageait une vapeur jaunâtre : cette vapeur qui est sulfureuse, dure 15 à 20 minutes.

Lorsque nous avons cessé les expériences, il s'est trouvé dix-sept pièces pesant ensemble 1267 liv. ; on avait consommé 50 resses  $\frac{1}{2}$  de charbon de bois, toutes du poids de 35 liv. ;

(1) J'ai conservé les noms des anciennes mesures, parce que je transcris le procès-verbal.

et 16 mesures de charbon de terre de 15 livres chacune.

La gueusé ayant été pesée, s'est trouvée réduite à 600 liv., mais il faut observer que la dernière pièce n'était pas étirée en barres, et que l'avant-dernière ne l'était qu'à moitié. Nous avons estimé à 6 liv. le déchet qu'elles auraient éprouvées dans cette opération.

Ainsi 1261 liv. de fer ont été fabriquées avec 1,650 livres de fonte, et 2,000 livres de combustible.

Des expériences comparatives, faites au charbon de bois seul, ont donné le même résultat relativement à la proportion de fonte employée, mais il a fallu, pour remplacer la houille, une quantité de charbon de bois presque double de son poids.

Les seize barres fabriquées avec la houille, se sont très-bien forgées à toutes les températures; nous en avons cassé quatre, avec les plus grandes difficultés. Quoique forgées en très-gros fer, leur cassure était uniquement composée de nerf. Pour avoir un terme de comparaison plus sûr, nous avons cassé une barre forgée au charbon de bois seul, et provenant de la même gueuse; elle s'est rompue moins difficilement: sa cassure mêlée de nerf et de grain indiquait une fort bonne qualité, mais cependant inférieure pour l'usage auxquels on destine principalement ces fers, les bandages de roue.

Dans les expériences faites dans les autres forges, et notamment à la Hutte, département

des Vosges la quantité de charbon de terre a été portée à 12 kil. par pièce pesant 30 à 35 kil., et le succès a été aussi complet.

*Conclusion.* Le résultat de toutes les expériences rapportées dans ce Mémoire, est que, 1°. dans les feux d'affinerie, au lieu de cent kilogrammes de charbon de bois, on peut n'en employer que 60 ou 65 au plus, avec 20 kil. de houille non pyriteuse, mêlée avec moitié de son poids de faisil; 2°. dans ce cas le fer reçoit toujours une amélioration sensible, sous le rapport de sa ténacité, mais il perd d'autant plus de sa facilité à se forger, que l'on outre passe davantage cette proportion. 3°. Dans les forges où l'on brûle des fontes de première qualité, la quantité de houille ne doit jamais excéder le cinquième du combustible total; mais avec les fontes qui donnent un fer cassant à froid, cette proportion peut être augmentée sans inconvénient. J'ai particulièrement recommandé l'usage de ce procédé, dans tous les établissemens où le fer a ce défaut, et malgré le prix excessif de la houille de Rive-de-Giez rendue dans ces départemens, on a trouvé de l'avantage à l'employer. Quant aux houilles très-pyriteuses, elles ne doivent être employées brutes aux feux de Renardières, en aucune proportion; si les mines sont déjà mêlées de pyrites, et sujettes par conséquent à donner un fer cassant à chaud, il serait dangereux d'employer la houille brute en aucune proportion: on augmenterait infailliblement ce défaut.

Elle nuirait aussi un peu aux fers doux qu'on

destinée à fabriquer de très-petits ouvrages , et qui doivent passer par le feu un grand nombre de fois.

*Observations sur quelque points de théorie relatifs à ce procédé.*

Il est hors de doute que la principale substance , qui dans ces expériences , ait altéré la qualité du fer ; est le soufre. Quoique l'on ait trouvé du phosphore dans quelques espèces de houille , il ne paraît pas qu'il en existe dans toutes , et sur-tout dans celles de Rive-de-Giez ; quant au soufre, aucune espèce de houille n'en est entièrement exempte : les meilleures pour ce procédé seront celles qui en contiendront le moins. La manière dont il agit ici , mérite d'occuper l'attention des métallurgistes. On a vu que ses premières molécules , loin d'altérer la qualité du fer l'améliorent , du moins à froid ; c'est-à-dire , le rendent plus tenace , plus malléable , et en même-tems lui communiquent de la dureté. Tant que la proportion en est fort peu considérable , les qualités du fer à chaud changent peu ; à mesure qu'elle augmente , il devient plus mou , plus facile à forger , tant qu'il est chauffé à blanc ; mais à peine passe-t-il à la couleur cerise , qu'il se gerce , se fend en différens sens , ou se casse net , selon la quantité de soufre. Si on arrête le marteau , et qu'on lui donne le tems de perdre la couleur rouge , on peut ensuite le forger de nouveau sans qu'il se brise.

Les mêmes phénomènes s'observent dans cer-

tains fers cassants , connus sous le nom de *fers rouverains*. Je suis porté à croire que ces fers contiennent souvent du soufre , et non du cuivre , comme on le pense communément : ceci paraîtra fort probable , si l'on se rappelle que dans les analyses des différens fers rouverains , très-rarement on a trouvé du cuivre. Ainsi se trouverait d'accord avec nos résultats , cette opinion de plusieurs anciens métallurgistes (1) ; qu'une très-petite quantité de cuivre donne *du corps au fer* , loin de l'altérer ; car il faut faire attention que ce qu'ils appellaient *cuivre* , n'était très-probablement que des parties pyriteuses , qui se trouvent fréquemment dans les mines de fer. Les observations , qui tiennent d'aussi près à la pratique , ont été faites depuis long-tems ; mais faute d'une suffisante précision dans les explications , et surtout dans le langage , on les a souvent regardées comme des préjugés de la routine : on en pourrait citer beaucoup d'exemples. Quant au bitume de la houille , je ne pense pas , comme on l'a avancé , que son interposition entre les parties du métal , soit ce qui le rende cassant , ou l'empêche de se souder ; cette interposition , en supposant qu'elle ait lieu , devrait produire des effets tout opposés ; mis en contact avec le fer , le bitume est propre à lui fournir le carbone dans un grand état de division ; il tendrait à le désoxygéner plus complètement , et par-là contribuerait à l'augmentation de ténacité remarquée

(1) Voyages métallurgiques de Jars , etc.



dans les fers fabriqués avec la houille. S'il était trop abondant, une portion pourrait, tout au plus, se combiner avec le métal, et le rendre un peu aciérin, qualité qui n'est pas nuisible, qui est même avantageuse lorsque le fer doit passer ensuite par un grand nombre de mains-d'œuvres : les ouvriers le trouvent dans cet état moins facile à se brûler, parce que le carbone qu'il contient, se brûlant de préférence, le défend de l'oxydation, et dans une longue suite d'opérations il reprend peu-à-peu, sous le marteau de l'ouvrier, tout le nerf qui lui manquait en sortant de la forge. Dans les mêmes circonstances, le fer très-nerveux, perd tout son nerf et devient cassant.

Un second effet du bitume, et celui-ci, déduit immédiatement de l'observation, ne comporte aucun doute ; est de diminuer la consommation du combustible. Agglutinant tout ce qui trouve à la surface, il s'oppose à ce que la chaleur se dissipe aussi promptement : la température augmente dans l'intérieur du foyer, et la flamme qui cherche à se répandre de tous côtés, passe à travers les joints du contre-vent, pour venir sortir à de grandes distances. Cette augmentation de chaleur est la troisième cause que l'on peut apporter pour expliquer l'amélioration du fer ; mais il est impossible d'assigner, d'une manière précise, la part qu'elle peut y avoir. L'emploi de la castine mêlée en poudre avec la houille, n'est pas indispensable, et je l'ai souvent omis ; cependant je le crois avantageux.

Voici une conjecture que je sou mets aux chimistes

chimistes et aux métallurgistes qui s'occupent du traitement de fer.

Dans les forges où l'on a du manganèse à sa portée, soit qu'on le mêlât en poudre avec la houille, soit qu'il servît à saupoudrer la loupe, soit enfin qu'on le jetât comme la castine dans le haut fourneau, ce métal pourrait concourir très-efficacement à rendre le fer moins cassant ; on sait que les fers, qui contiennent du manganèse, sont généralement d'une qualité supérieure. Dans les forges que j'ai visitées, j'ai souvent remarqué, que les meilleures fers se fabriquaient avec des mines manganésiées : ces fers sont à la fois durs et nerveux. Beaucoup de forges ont singulièrement amélioré des fers cassants à froid par l'addition au haut fourneau, d'une nouvelle sorte de mine, qui contenait du manganèse. J'attribue principalement à cette cause, les changemens avantageux qu'ont éprouvés, depuis une vingtaine d'années, les fers des usines de la Marne.

La manière dont le manganèse agit sur la qualité du fer, est peu connue. Serait-ce que son alliage avec le fer possède à un degré plus éminent, les qualités que nous recherchons dans ce dernier métal ? Serait-ce uniquement parce qu'il favorise la séparation des substances nuisibles, telles que le soufre, l'arsenic, le phosphore ; ou bien sans opérer leur séparation, n'agirait-t-il qu'en se combinant de préférence avec elles, et formant ainsi des composés moins nuisibles ; par exemple, avec le soufre ou l'arsenic une combinaison, dont

la fusibilité différât peu de celle du fer : on sent qu'alors le métal cesserait d'être cassant à chaud ; ou bien avec le phosphore ou l'acide phosphorique , un composé qui contracterait plus d'adhérence avec les molécules du fer que la sidérite : alors disparaîtrait ou diminuerait sa fragilité à froid. Ce que l'on connaît des affinités du manganèse , doit faire douter qu'il s'unisse plutôt que le fer avec le soufre , le phosphore , etc. Cependant comme les affinités changent souvent à de très-hautes températures , ce n'est que d'après des expériences directes , qu'on pourrait espérer de décider la question. Elles conduiraient peut-être à des résultats d'un grand intérêt.

( La suite à l'un des Numéros prochains. )

## SUR LE DYNAMOMÈTRE

DE M. REGNIER.

Le dynamomètre à ressort de M. Regnier est, comme on sait , principalement destiné pour faire connaître d'une part , la force absolue et relative des hommes , ainsi que celle des chevaux , et de toutes les bêtes de trait (1) , et d'une autre part , la puissance motrice qui doit être appliquée à une machine quelconque , ou l'effort que cette machine est capable de produire dans telles et telles circonstances ! Plusieurs savans se sont servi de ce même dynamomètre dans des essais de différens genres ; les données précieuses qu'ils ont été à portée de recueillir sont plus que suffisantes pour prouver que cet instrument , à raison de son mécanisme aussi simple qu'ingénieux , est susceptible d'un grand nombre d'applications utiles (2). Nous ajouterons ici que MM. Beaunier et Gallois , ingénieurs des mines , ont fait exécuter aux mines de Poullaouen un dynamomètre semblable , quant à sa construction , à celui de M. Regnier , mais sur des dimensions telles

(1) M. Chaussier , dans les leçons qu'il a données à l'École Polytechnique , sur la force musculaire des animaux , et le parti le plus avantageux que l'on peut en tirer dans les travaux , a employé l'instrument de M. Regnier pour faire un grand nombre d'expériences.

(2) M. Baillet , ingénieur en chef des mines , a fait , conjointement avec MM. Lenoir et Descostils , usage de cet instrument pour connaître et comparer la tenacité des diffé-

qu'il pouvait mesurer l'effort des machines hydrauliques de ces mines, effort qui s'élève à plus de 30 milliers. Les expériences intéressantes que ces ingénieurs ont faites à cette occasion, ne permettent pas de douter que si cet instrument était plus répandu dans les mines, il pourrait souvent y être employé avec avantage. Ce motif nous a déterminé à le faire connaître particulièrement dans ce recueil. Nous sommes persuadés que les exploitans nous saurons d'autant plus de gré de leur en donner une description détaillée, que M. Regnier a bien voulu revoir celle qu'il a déjà publiée, et y faire plusieurs changemens qui sont relatifs aux différens degrés de perfection qu'il a apportés à son dynamomètre.

DESCRIPTION DU DYNAMOMÈTRE, SUIVIE DE  
L'EXPOSÉ DES PRINCIPALES EXPÉRIENCES QUI  
ONT ÉTÉ FAITES AVEC CEF INSTRUMENT.

PAR M. REGNIER.

*Observations préliminaires.*  
Lorsque Sanctorius eut imaginé sa balance, il nous apprit ce que l'on perd par l'insensible transpiration; et l'on n'aurait peut-être jamais

rens métaux et des différens alliages, et à cet égard il a imaginé un appareil très-ingénieux pour répéter facilement ces sortes d'expériences, et doubler les effets du dynamomètre. Le Général Aboville a quintuplé ces mêmes effets à l'aide d'une bascule qu'il a employée pour déterminer la force de ses roues à voussoirs. Enfin d'autres applications qui ont eu lieu sur la manivelle d'un emporté-pièce, ont fait connaître les fers et les acides les plus convenables à la solidité des cuirasses.

cru que la matière poussée au dehors par cette voie, était plus de la moitié de ce que nous prenons en alimens.

Ne pourrions-nous pas acquérir des connaissances non moins importantes, si nous avions un moyen facile pour mesurer d'une manière comparable nos forces relatives dans les différens âges de la vie et dans les différens états de santé?

Buffon et Gueneau de Montbelliard avaient de grandes vues à ce sujet; ils m'avaient chargé d'imaginer une machine portative, qui, par un jeu facile et commode, pût les conduire à résoudre la question qui les occupait.

Ces deux savans connaissaient celle qui fut inventée par Graham, et perfectionnée par le docteur Desaguilliers, à Londres; mais cette machine, formée d'un bâtis en charpente, était trop volumineuse et trop lourde pour être portative; et, d'ailleurs, pour soumettre à l'expérience les différentes parties du corps, il fallait plusieurs machines, chacune disposée pour la partie que l'on voulait éprouver.

Ils connaissaient aussi le dynamomètre de M. Leroy, de l'Académie des Sciences de Paris; c'était un tube de métal, de dix à douze pouces de long, posé verticalement sur un pied pareil à celui d'un flambeau, et contenant intérieurement un ressort à boudin surmonté d'une tige graduée portant un globe: cette tige pouvait, en y appuyant un doigt, s'enfoncer plus ou moins dans le tube; alors l'échelle graduée indiquait la valeur de la pression, et par conséquent la force de celui qui appuyait son doigt ou sa main sur le globe.

Ce moyen , quelque ingénieux qu'il fût , ne parut cependant pas suffisant aux naturalistes Buffon et Gueneau : en effet , ils ne voulaient pas seulement estimer la force musculaire qui agit sur un doigt ou sur une main , mais encore l'apprécier sur chaque membre séparément et sur toutes les parties du corps.

Je ne rapporterai pas toutes les tentatives que je fis pour répondre au désir de ces deux savans ; mais j'observerai que , dans le cours des expériences qui furent faites , on s'aperçut que l'instrument que l'on cherchait n'était pas si facile à trouver que d'abord on l'avait pensé. Il fallut rendre , comme nous l'avons dit , la machine portable , et lui donner une forme telle , qu'elle n'exposât pas à des accidens ceux qui voulaient essayer leurs forces : c'étaient autant d'obstacles à surmonter , et on ne put les vaincre qu'après différens essais comparés entre eux. C'est du résultat de ces épreuves que j'ai obtenu le dynamomètre que j'ai proposé , avec lequel on peut facilement comparer les progrès des forces de l'enfance jusqu'à l'âge où la nature donne à l'homme toutes les forces dont il est susceptible.

Outre l'emploi qu'un naturaliste éclairé peut faire de cette machine , il est d'autres usages auxquels il est possible de l'appliquer utilement. Par exemple , on peut s'en servir avantageusement pour juger de la force des bêtes de trait , sur-tout pour essayer et comparer celle d'un cheval relativement à un autre.

Elle peut faire connaître jusqu'à quel point le secours de roues bien faites et bien montées favorisera le mouvement d'une voiture , et

quelle est sa force d'inertie en proportion de sa charge.

On peut apprécier ce que la pente d'une montagne donne de résistance au tirage ; enfin , juger si une voiture est chargée en proportion du nombre de chevaux qu'on doit y atteler.

Dans les arts , on peut l'appliquer aux machines dont on cherche à connaître la résistance , et à estimer d'une manière certaine la force motrice qu'on doit y adapter ; il est encore possible de s'en servir comme de romaine pour peser des fardeaux.

Enfin , en réfléchissant aux applications dont elle est susceptible , on verra qu'il est bien des moyens de l'employer utilement. Rien ne serait plus aisé en physique que d'en faire un anémomètre pour connaître la force absolue des vents , et y adaptant un châssis de grandeur déterminée , garni de toile cirée ; et il ne serait pas encore impossible de calculer , avec cet instrument , le recul des armes à feu , et par conséquent la force de la poudre.

Malheureusement , dans le tems où cette machine touchait à la fin de sa construction , la mort nous enleva les deux savans qui devaient s'en servir ; alors elle resta sans qu'on en fît aucune application utile , elle ne fut qu'un objet d'amusement pour des jeunes gens qui disputaient entr'eux de supériorité de force ; mais en les observant dans leurs jeux , et en tenant note du résultat de leurs expériences , j'eus enfin des données assez étendues pour connaître qu'un homme de moyenne force , lorsqu'il est d'aplomb sur lui-même ( tel qu'il est quand il s'exerce sur le dynamomètre ) , peut

soulever, en employant toutes ses forces, un poids de 13 myriagrammes (265 liv.), et qu'il peut exercer avec ses mains une pression de 50 kylogr. (102 liv.). Ces deux termes moyens ont été recueillis avec soin et gravés sur le cadran : ainsi celui qui essaie sa force sur cette machine, peut maintenant, dès la première expérience, juger son état de force comparativement à celle des autres hommes.

Ce dynamomètre ressemble à-peu-près, par sa forme et sa grandeur, à un graphomètre ordinaire ; un ressort ployé en ellipse, de 32 centimètres de long (12 pouces), porte au milieu de sa longueur un demi-cercle en cuivre, sur lequel sont gravés les degrés qui expriment la puissance avec laquelle on agit sur le ressort ; l'ensemble de cette machine, qui ne pèse qu'un kilogramme (2 livres  $\frac{1}{2}$ ), oppose néanmoins plus de résistance qu'il n'en faut pour estimer l'action du cheval le plus fort et le plus robuste.

## II. Explication de la planche I, représentant le Dynamomètre.

*A, fig. 1, pl. I.* Ressort elliptique vu en perspective, recouvert d'une peau pour ne pas blesser les doigts en le pressant fortement avec les mains. Ce ressort est composé de bon acier corroyé et trempé avec soin, puis soumis à une épreuve plus forte que ne porte sa graduation, afin qu'il ne puisse perdre de son élasticité par l'usage (1).

(1) Cette graduation s'élève environ à 20 quintaux (2000 livres) ; mais on peut faire des ressorts plus forts encore quand le besoin l'exige.

*B.* Support d'acier, ajusté solidement, à patte et à vis, à une des branches du ressort, pour maintenir une plaque formant le demi-cercle, en cuivre jaune *C, fig. 2*, montée sur le ressort vu géométriquement : sur cette plaque sont gravés deux arcs, l'un divisé en myriagrammes, l'autre en kylogrammes.

Tous ces degrés ayant été exactement évalués par des poids justes, il en est résulté que tous les dynamomètres de ce genre peuvent être comparables entre eux : quand il existerait quelque différence dans la force des ressorts, alors la division n'en serait que plus ou moins rapprochée, mais tous les degrés auraient toujours la même valeur, puisqu'ils sont l'expression des poids qui ont servi à les former.

*D, fig. 1.* Petit support d'acier, ajusté comme le premier à l'autre branche du ressort, et fendu à fourchette vers son extrémité supérieure, pour recevoir librement un petit repoussoir en cuivre *E, fig. 2*, qui est maintenu par une petite goupille en acier. Le développement de ce mécanisme est représenté de grandeur naturelle par la *fig. 3*.

*F, fig. 2.* Aiguille en acier très-légère et élastique, fixée à son axe par une vis au centre du cadran ; cette aiguille porte une petite rondelle de peau ou de drap collée sous la patte *G*, afin de déterminer sur le cadran un frottement doux et uniforme, dont l'effet est de maintenir l'aiguille à la place où elle a été poussée.

On remarquera que cette aiguille est terminée par un index double, qui sert tout à la fois pour le premier arc de division et pour le second.

Le premier arc, divisé en myriagrammes, sert

pour toutes les expériences qui obligent le ressort à s'allonger suivant son grand axe, comme cela arrive lorsqu'on essaie la force des reins; en un mot, pour toutes les épreuves qui exigent de tirer le ressort par ses deux coudes.

Le deuxième arc, divisé en kylogrammes, est destiné pour les expériences qui compriment les deux branches du ressort, comme dans les essais sur la force des mains.

*J, fig. 4.* Petite plaque de cuivre qui recouvre le mécanisme pour le préserver de chocs: cette petite plaque porte aussi un arc de division, dont les degrés correspondent à ceux du premier arc de la machine; et par le jeu d'un petit index qui est sous cette plaque, on juge de tous les mouvemens du ressort.

*K.* Ouverture percée à la plaque de recouvrement, pour faciliter le passage d'un petit tournevis, afin de serrer ou desserrer l'aiguille convenablement.

*L, fig. 1.* Paillette de laiton écroui, portant une chappe comme celle des aiguilles de boussole, dans laquelle joue le pivot inférieur du levier qui repousse l'aiguille: cette paillette, faisant ressort, peut céder à une fausse impulsion ou à un choc, et empêcher la rupture du mécanisme *E, fig. 3*, et de son pivot *H*.

*M, fig. 4.* Crapaudine rivée sur la plaque de recouvrement, dans laquelle roule le pivot supérieur du levier.

*N, N, N, fig. 2.* Petits piliers cylindriques sur lesquels pose la plaque de recouvrement, qui y est fixée par trois vis.

*O, fig. 5.* Crémaillère en fer, rivée, sur l'empatement de laquelle on pose les pieds quand

on veut éprouver la force de son corps ou de ses reins.

*P, fig. 6.* Poignée double, en bois, portant un crochet de fer, qu'on tient dans ses deux mains lors des expériences sur la force du corps;

*Q, fig. 7.* Anneau de fer s'ouvrant à charnière pour recevoir le coude du ressort et l'extrémité d'une corde nouée par son extrémité opposée à un palonnier, lorsqu'on veut essayer la force des chevaux, ou pour d'autres expériences qui exigent de fixer le dynamomètre à des anneaux.

*R, fig. 8.* Manière de tenir le dynamomètre, pour connaître la force des mains.

*S, fig. 9.* Position d'un homme qui essaie la force de ses reins.

*T, fig. 10.* Disposition du dynamomètre, pour connaître la force d'un cheval, ou de toute autre bête de trait.

### III. Effets que l'on peut obtenir avec le Dynamomètre.

Soit que l'on presse le ressort de la machine avec les mains, soit qu'on l'allonge, en le tirant par ses deux extrémités, les deux branches du ressort se rapprochent toujours l'une de l'autre; et à mesure qu'elles se resserrent, le petit levier du mécanisme pousse devant lui l'aiguille, qui s'arrête et reste fixe au point où elle a été poussée par l'action qui agit sur le ressort.

Cette disposition de l'aiguille a paru d'autant plus nécessaire, qu'elle donne à l'observateur la facilité de remarquer, après l'expérience, le résultat de l'épreuve, au lieu que si cette aiguille

est été attachée au mécanisme, elle aurait eu des mouvemens d'oscillation qui n'auraient pas permis à l'œil de juger avec précision le point où elle aurait été poussée. Ainsi, à chaque essai, on doit ramener l'aiguille vers les premiers degrés de l'arc de division, pour qu'elle puisse montrer de nouveau le degré de force qu'on emploiera aux expériences qui succéderont.

## PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

On essaie la force musculaire des bras, ou pour mieux dire la force des mains, en empoignant les deux branches du ressort le plus près du centre, comme on le voit par la figure *R*, de manière que les bras soient un peu tendus et inclinés en bas, à-peu-près à l'angle de 45 degrés. Cette position, qui paraît la plus naturelle, est aussi la plus commode pour agir dans toute sa force.

On se rappellera que l'arc de division inférieur, divisé en kylogrammes, est celui qui sert à exprimer la force des mains et de toutes les actions qui pressent les deux branches du ressort.

On peut aussi essayer la force des mains l'une après l'autre, comme des deux ensemble; et si on tient note du degré de pression de la main droite et du degré de pression de la main gauche, et qu'on fasse le total de ces deux sommes, on reconnaîtra que cette somme totale équivaldra, pour l'ordinaire, à la force des deux mains réunies sur le ressort.

*Observations.*

On a remarqué que l'on pressait ordinairement plus de la main droite que de la main gauche; cet effet n'est pas difficile à concevoir: la main droite, plus souvent exercée que la gauche, donne aux muscles du bras droit plus d'extension, et c'est pourquoi un homme qui vit dans la mollesse n'a pas autant de force, toutes considérations prises, que celui qui s'exerce en travaillant des mains.

Cette observation est sensible entre deux hommes qui ont deux états opposés, comme le forgeron et le perruquier. Quoique je n'aie pas des données bien étendues sur la force respective de ces deux sortes d'ouvriers, je pourrais déjà assurer que la différence de leurs forces peut être estimée près de moitié.

En général, tout homme dont les muscles sont bien prononcés, est plus fort que celui qui a des membres charnus, comme ceux des femmes.

Il est cependant quelques femmes qui sont très-fortes; mais j'ai remarqué que la force moyenne des femmes pouvait être équivalente à celle d'un jeune homme de quinze à seize ans, c'est-à-dire, à-peu-près aux deux tiers de la force des hommes ordinaires.

Je me suis servi également avec avantage de ce dynamomètre, pour connaître les effets de l'électricité sur une femme nouvellement paralytique; avant l'électrisation, elle avait constamment moins de force qu'après. Chaque jour cet instrument nous faisait connaître la valeur des effets que l'électricité produisait sur elle;

mais une autre maladie qui lui survint, empêcha de continuer la suite de nos expériences. Je ne puis donc rapporter ce fait que comme un exemple de l'emploi qu'on peut faire de cet instrument.

Je terminerai ces observations en remarquant qu'on ne doit cependant pas toujours juger de la force des hommes par celle de leur poignet. Nous avons vu un jeune homme (assez mal formé à la vérité) exercer sur le ressort du dynamomètre une pression de 70 kylogr. (1431.), et ne pouvoir pas soulever un pareil poids, tandis qu'on souleve ordinairement une masse d'un poids double de celui indiqué par la pression des mains.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Pour essayer la force du corps, ou, pour mieux dire, celle des reins, on place sous les pieds l'empatement de la crémaillère *O*, on passe à l'un des crans de cette crémaillère l'un des coudes du ressort, l'autre coude s'adapte au crochet que l'on tient dans les mains; dans cette position, on est d'aplomb sur soi-même, les épaules sont seulement un peu inclinées en avant, pour pouvoir, en se redressant, tirer le ressort avec toute la force dont on est capable. Dans cette situation, représentée par la figure *S*, on peut soulever un grand poids sans être exposé aux accidens qu'un effort pourrait occasionner si on tenait une position gênée. Cependant on se fatiguerait si on recommençait ces sortes d'épreuves plusieurs fois de suite; aussi la première et la seconde font-elles toujours plus d'effet que celles qui succèdent.

*Observations.*

On doit remarquer que, dans cette position, où, comme nous l'avons dit, la charpente humaine (si on peut s'expliquer ainsi) est d'aplomb sur elle-même, tous les muscles peuvent agir avec la plus grande extension: pour cette raison, celui qui essaie sa force sur cette machine, se trouve ordinairement plus fort qu'il ne pensait. Nous avons vu un homme vigoureux, mais qui n'aurait pas voulu essayer de lever, à la manière ordinaire, un poids de 500 livres, déterminer sur le dynamomètre un effort de 37 myriagrammes ou 755 liv.

Le docteur Desaguilliers, dans ses *Leçons de physique*, cite plusieurs exemples de la force extraordinaire des hommes, lorsque leurs jambes et leurs cuisses sont parfaitement d'aplomb; et on n'aurait peut-être jamais cru, si l'expérience ne l'avait démontré, qu'un homme, sans autre art que de se bien tenir sur lui-même, eût pu soutenir, à l'aide de quelques ceintures ou banderoles, un poids de deux à trois milliers; mais ces tours d'adresse plus que de force, prouvent plutôt la solidité de notre construction que la puissance de nos muscles; car lorsque nos jambes et nos cuisses sont bien verticalement placées, on doit les considérer comme des colonnes capables de soutenir un poids considérable.

Ce que nous venons de rapporter sur la force de quelques individus, ne peut pas s'appliquer à la plus grande partie des hommes. Le résultat de toutes les données que l'expérience nous a fournies, n'est, comme nous l'avons remar-



qué, que le terme moyen du *maximum* de la force des hommes ordinaires, et il se réduit à la valeur de 13 myriagrammes (2651.), ce qui est d'accord avec les expériences de Delahire (et que le docteur Desaguilliers trouvait cependant fautive, comme trop médiocre). A la vérité, Delahire entendait parler d'un homme fort, et nous ne parlons que des hommes de moyenne force.

Ce qu'il y a de certain, c'est que les hommes diffèrent bien plus en force qu'en taille, puisqu'on voit des porte-faix porter des fardeaux pesant jusqu'à dix quintaux, tandis qu'il est d'autres hommes, quoiqu'en état de santé et du même âge, qui ont de la peine à porter un cent à la même distance et avec la même vitesse.

On peut donc conclure de ces différentes observations, que nos exercices, notre manière de vivre, et nos mœurs autant que la nature, influent singulièrement sur nos forces, et que la facilité que le dynamomètre procure pour en mesurer tous les degrés dans les différens âges et les différens états de la vie, peut nous conduire à des connaissances utiles pour les conserver, ou du moins pour ne pas les prodiguer aux passions de notre printemps, qui doivent plutôt nous fortifier que nous affaiblir.

#### TROISIÈME EXPÉRIENCE

##### *Force des chevaux.*

Rien n'est peut-être plus commode que notre dynamomètre pour connaître et comparer la force des chevaux et celle de toutes les autres bêtes de trait. La figure *T* démontre suffisamment

ment les dispositions nécessaires à ces sortes d'expériences, pour s'exempter de donner d'autres explications: les épreuves que nous avons faites à ce sujet ne sont pas bien étendues; mais comme elles ont été faites avec soin, elles pourront toujours donner des idées assez justes sur la force absolue des chevaux de moyenne force.

Pour cette effet, nous nous sommes servis de quatre chevaux de taille moyenne, bien portans et en bon état, et ils ont été soumis l'un après l'autre, et séparément, à la même épreuve.

|                                         |                        |
|-----------------------------------------|------------------------|
| Le premier a tiré en valeur de. . . . . | 36 <sup>myriagr.</sup> |
| Le second. . . . .                      | 38 $\frac{1}{2}$       |
| Le troisième. . . . .                   | 26 $\frac{1}{2}$       |
| Le quatrième. . . . .                   | 43 »                   |

---

144<sup>myriagr.</sup>

---

En prenant le terme moyen de cette somme, on voit que la force des chevaux ordinaires peut être estimée à 36 myriagrammes, ou 736 livres poids de marc.

#### *Observations.*

Nous avons regretté de n'avoir pas en notre disposition un plus grand nombre de chevaux de différentes tailles, et d'autres bêtes de trait, pour comparer leurs forces respectives; mais cette donnée peut suffire aux marchands de chevaux et à tous ceux qui en achètent, pour juger de la force ou de la faiblesse de ceux qu'ils voudront soumettre à l'épreuve.

On doit observer, dans ces sortes d'expériences, de ne pas faire tirer le cheval par secousses;

autrement on aurait tout à la fois et la force qu'il emploie naturellement, et la valeur impulsive du poids de son corps : mais celui qui ne voudrait acheter un cheval qu'après en avoir essayé la force sur cette machine, observera au moment de l'épreuve la marche de l'aiguille sur le cadran, qui ne doit avancer que doucement vers les derniers degrés, au moment où le cheval agit avec la plus grande action.

On a quelquefois pensé qu'un cheval attelé à un point fixe, se rebute trop facilement pour qu'on puisse estimer sa force.

Nous répondrons à cette objection : Avant qu'un cheval se rebute, il fait d'abord tous ces efforts pour entraîner l'objet qui lui fait résistance, et ignorant la valeur de l'obstacle qu'on lui oppose, il agit donc comme s'il devait l'entraîner. Or, dans tous les cas, le premier coup de collier donnerait le résultat que l'on veut connaître ; mais nous pouvons assurer, par les expériences réitérées que nous avons faites avec les quatre chevaux dont il est ici question, que ces animaux ne se rebutent pas aussi facilement qu'on le pense. A la vérité, quelques-uns d'entre eux étoient moins ardens et moins courageux que d'autres ; mais nous en étions prévenus d'avance par le voiturier, qui les connaissait bien.

On voit donc que ces sortes d'expériences peuvent non seulement servir à estimer le degré de force d'un cheval comparativement à un autre, mais encore à distinguer celui qui est le plus courageux, par le tems qu'il emploie à persister pour pouvoir entraîner l'obstacle qui mesure ses forces.

En terminant ces expériences, nous avons comparé la force relative des hommes avec celle des chevaux, lorsque les premiers tirent une charette ou un bateau à l'aide d'une bricole ; après différens essais, nous avons reconnu que le *maximum* de la force des hommes ordinaires qui tirent un poids horizontalement à l'aide d'une bricole, ne peut équivaloir qu'à 50 kylogrammes (102 liv.), et que celle des hommes les plus forts ne s'est pas étendue au-delà de 60 kylogrammes (123 liv.).

Les différentes épreuves s'accordent bien avec l'opinion reçue qu'un cheval est sept fois plus fort qu'un homme ; cependant ce principe ne peut être admis dans tous les cas, car on sait, par les expériences précédentes, qu'un cheval succomberait sous un fardeau qui aurait sept fois la valeur du poids qu'un homme peut soulever lorsqu'il est debout et d'aplomb sur lui-même.

Cette expérience fait encore remarquer qu'il y a très-peu de différence entre l'action d'un homme très-fort qui tire une charrète, et celle d'un homme de moyenne force ; la raison en devient sensible, si on observe qu'alors les hommes n'agissent guère qu'en raison de leur poids, tandis qu'en soulevant des fardeaux, ils agissent en proportion de leurs forces musculaires.

On comprend facilement que ce que nous avons dit sur la force des hommes et sur celle des chevaux, ne peut pas convenir à un travail journalier et continu ; mais on peut en tirer une conséquence assez juste, c'est que les uns et les autres peuvent agir pendant une

journée, en employant le cinquième de leurs forces absolues.

EXPÉRIENCES SUR LE TRANSPORT DES FARDEAUX.

Une caisse d'environ deux mètres de long sur sept décimètres de large, pesant brut 24,5 myriagrammes (501 liv.), a été traînée sur un plan horizontal, comme un traîneau : cette caisse, pour être mue, a exigé une puissance de 14 myriagrammes. . . . .  $\begin{matrix} \text{Myr.} & \text{Liv.} \\ 14,0 & (286) \end{matrix}$

*Idem*, sur des rouleaux de 27 centimètres de circonférence. . . . . 2,5 ( 51)

*Idem*, sur un petit chariot à quatre roues très-basses, de 10 décimètres de rayon. . . . . 6,0 (122)

*Idem*, sur un petit chariot à roues de  $\frac{1}{2}$  de mètre de diamètre. 4,5 ( 92)

*Idem*, sur une petite charrette à bras, à deux roues, de 1,5 mètre de diamètre. . . . . 3,0 ( 61)

*Observations.*

Il est facile de juger, par ce tableau, l'avantage que donnent les roues hautes sur les basses, et la facilité que donnent aussi les charrettes à deux roues pour transporter les marchandises, puisqu'elles n'exigent pas une puissance égale au huitième de leur charge pour être mises en mouvement (je suppose sur un chemin pavé et horizontal). On remarquera aussi l'avantage que donnent les rouleaux pour transporter les fardeaux d'une place à une autre : ils les rendent plus de six fois plus mobiles

qu'en les traînant à plat comme un traîneau. Ainsi donc l'ingénieur de Pétersbourg eut raison de préférer ce moyen à tout autre, pour transporter le fameux rocher qui sert de piédestal à la figure du Czar.

On va rapporter ici d'autres expériences qui ont été faites avec soin sur de grands chariots de différentes espèces : comme elles présentent des résultats très-intéressans, on a cru devoir les transcrire littéralement, telles qu'elles ont été adressées au Ministre de la Guerre par le Comité central d'Artillerie.

IV. *Expériences faites au Comité central de l'Artillerie.*

A. *EXPÉRIENCES faites sur des chariots à frottement, de la seconde espèce, soumis à l'examen du Comité central de l'Artillerie, en vertu de l'ordre du Ministre de la Guerre, en date du 16 frimaire an 4, dans lesquelles on a pris pour comparaison un chariot ordinaire à essieux en bois (1).*

I<sup>re</sup>. EXPÉRIENCE, sur un plan horizontal et pavé, toutes les voitures ayant été portées

(1) Chacune de ces expériences ayant été répétées plusieurs fois, il s'est trouvé quelques variations dans leurs résultats.

1<sup>o</sup>. Parce que les inégalités fréquentes, tant du pavé que du terrain, ont présenté plus ou moins d'obstacles à surmonter.

2<sup>o</sup>. Parce que les voitures étant traînées par des chevaux, leurs efforts ont quelquefois dépassé le degré d'impulsion qui pouvait vaincre la force d'inertie ; mais pour régulariser ces différens résultats, on a pris la moyenne proportionnelle.

au poids uniforme de 3050 liv., ou 148 myriagrammes 8 kylogrammes.

| <i>Désignation des Chariots</i>                                                                      | <small>EVALUATION<br/>de la puissance<br/>motrice.</small> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1 <sup>er</sup> . Chariot ordinaire à essieux de bois.                                               | Myr. Liv.<br>19,0 (390)                                    |
| Pour vaincre sa force d'inertie, le dynamomètre a indiqué un effort équivalent à                     |                                                            |
| 2 <sup>e</sup> . Chariot, à doubles essieux mobiles et à frottement, de la seconde espèce.           | 21,9 (440)                                                 |
| Il est parti au moyen d'une puissance égale à . . . . .                                              |                                                            |
| 3 <sup>e</sup> . Chariot de même construction que le précédent.                                      | 18,0 (369)                                                 |
| Il a été mis en mouvement par l'équivalent de . . . . .                                              |                                                            |
| 4 <sup>e</sup> . Chariot, aussi à frottement, de la seconde espèce, mais à essieux simples et fixes. | 15,0 (308)                                                 |
| Il n'a fallu, pour le mouvoir, qu'une force de . . . . .                                             |                                                            |

II<sup>e</sup>. EXPÉRIENCE, sur un plan incliné et pavé, les voitures ayant le même poids que dans la précédente.

|                                                                        |                         |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 <sup>er</sup> . Chariot ordinaire, à essieux de bois.                | Myr. Liv.<br>20,0 (410) |
| Son mouvement s'est opéré par . . . . .                                |                         |
| 2 <sup>e</sup> . Chariot, à double essieux, etc.                       | 24,5 (502)              |
| Ils s'est mis en mouvement au moyen d'un effort équivalent à . . . . . |                         |
| 3 <sup>e</sup> . Chariot, semblable au précédent.                      | 19,5 (400)              |
| Il a été mû par . . . . .                                              |                         |
| 4 <sup>e</sup> . Chariot, à essieu simple et fixe.                     | 15,5 (308)              |
| Il n'a fallu qu'une force motrice égale à . . . . .                    |                         |

III<sup>e</sup>. EXPÉRIENCE, sur la terre, en remontant, le plan étant très-incliné.

| <i>Désignation des Chariots.</i>                                   | <small>EVALUATION<br/>de la puissance<br/>motrice.</small> |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1 <sup>er</sup> . Chariot ordinaire, à double essieu de bois.      | Myr. Liv.<br>32,5 (666)                                    |
| Il a été mis en mouvement par une puissance égale à . . . . .      |                                                            |
| 2 <sup>e</sup> . Chariot, à doubles essieux mobiles.               | 33,2 (682)                                                 |
| Son mouvement a eu lieu par l'équivalent de . . . . .              |                                                            |
| 3 <sup>e</sup> . Chariot, de même construction que le précédent.   | 30,0 (615)                                                 |
| Il a été mis en action par . . . . .                               |                                                            |
| 4 <sup>e</sup> . Chariot, à essieux simples et fixes.              | 29,5 (595)                                                 |
| Son mouvement s'est effectué au moyen d'une puissance de . . . . . |                                                            |

D'après les résultats ci-dessus, on voit que sur les surfaces pavées, soit horizontales, soit inclinées, de même que sur la terre, le chariot ordinaire à essieux de bois a eu l'avantage sur le second chariot à doubles essieux mobiles et à frottement, de la seconde espèce ;

Que le troisième chariot, absolument semblable au second, s'est trouvé plus mobile que les précédens ; mais que cette supériorité porte principalement sur celui à essieux mobiles et à frottement, de la seconde espèce, quoique de même construction ; ce qui ne peut s'attribuer qu'à une différence dans la perfection de l'un et l'autre ouvrage ;

Qu'enfin le quatrième chariot, aussi à frottement de la seconde espèce, mais à essieux simples et fixes, a été mis en mouvement par une puissance bien inférieure à celle employée pour les autres, et que cet avantage s'est trouvé à-peu-près dans les rapports suivans :

|                                           |   |                                                                                  |
|-------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------|
| Sur le plan horizontal pavé,              | } | de 7 à 9, à l'égard du chariot ordinaire à essieux de bois ;                     |
|                                           |   | de 5 à 7, à l'égard du 2 <sup>e</sup> . , à doubles essieux mobiles, etc. ;      |
|                                           |   | de 5 à 6, à l'égard du 3 <sup>e</sup> . , de même construction que le précédent. |
| Sur le plan incliné pavé,                 | } | de 4 à 5, à l'égard du 1 <sup>er</sup> . , à essieux de bois ;                   |
|                                           |   | de 5 à 8, à l'égard du 2 <sup>e</sup> . , à doubles essieux mobiles ;            |
|                                           |   | de 7 à 9, à l'égard du 3 <sup>e</sup> . , de même construction que le précédent. |
| Sur le terrain très-incliné, et non pavé, | } | de 7 à 8, à l'égard du 1 <sup>er</sup> . , à essieux de bois ;                   |
|                                           |   | de 15 à 17, à l'égard du 2 <sup>e</sup> . , à doubles essieux mobiles ;          |
|                                           |   | de 29 à 30, à l'égard du 3 <sup>e</sup> . , de même construction que le second.  |

B. *EXPÉRIENCES sur le Chariot ordinaire et sur deux autres de nouvelle invention, dont l'un est à doubles essieux mobiles et à frottement, de la seconde espèce, et l'autre à frottement, aussi de la seconde espèce, mais à essieux simples et fixes. Ces voitures étant les mêmes que celles employées aux expériences précédentes; leur poids a été également de 3050 liv. ou 148,8 myriagrammes (1).*

I<sup>re</sup>. *EXPÉRIENCE, sur des madriers placés horizontalement.*

| <i>Désignation des Chariots.</i>                           | <i>ÉVALUATION</i>               |                                                                                               |             |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                            | <i>de la puissance motrice.</i> |                                                                                               |             |
| 1 <sup>er</sup> . Chariot, à essieux de bois non graissés. |                                 |                                                                                               |             |
| Il est parti par le moyen d'une force égale à . . . . .    | Myr.                            | Liv.                                                                                          |             |
|                                                            |                                 | 10,833 (222)                                                                                  |             |
| Le même, les essieux étant graissés.                       |                                 |                                                                                               |             |
| Il est aussi parti avec une force de . . .                 |                                 | 6,500 (133)                                                                                   |             |
| De nouvelle invention.                                     | }                               | 2 <sup>e</sup> . Chariot, à doubles essieux mobiles et à frottement, de la seconde espèce.    |             |
|                                                            |                                 | Il a été mis en mouvement par.                                                                | 5,666 (116) |
|                                                            |                                 | 3 <sup>e</sup> . Chariot à frottement, de la seconde espèce, mais à essieux simples et fixes. |             |
|                                                            |                                 | Il a fallu une force équivalente à.                                                           | 6,166 (127) |

(1) Ces expériences ont été faites à bras d'hommes, afin d'obtenir des mouvemens plus uniformes.

On a remarqué, dans ces mêmes expériences et dans les précédentes, que la puissance motrice employée pour vaincre la force d'inertie, a constamment été double de celle nécessaire pour entretenir le mouvement, c'est-à-dire, que les chariots étant partis au moyen d'une force égale à 20 myr., ont continué de marcher avec une force réduite à 10.

II<sup>e</sup>. EXPÉRIENCE, sur des madriers inclinés de trois pouces par toise.*Désignation des Chariots.*ÉVALUATION  
de la puissance  
motrice.1<sup>er</sup>. Chariot, à essieux de bois non graissés.Son mouvement s'est effectué par une  
puissance de. . . . . Myr. Liv.  
16,250 (333)

Le même, les essieux étant graissés.

Il a remonté le plan par le moyen d'une  
force égale à. . . . . 9,666 (198)2<sup>e</sup>. Chariot, à doubles es-  
sieux, etc.De nouvelle } Il a remonté par une force  
invention. } équivalente à. . . . . 9,500 (195)3<sup>e</sup>. Chariot, à essieux sim-  
ples, etc.Le même mouvement s'est  
opéré par. . . . . 10,000 (205)III<sup>e</sup>. EXPÉRIENCE, sur des madriers inclinés de six pouces par toise.1<sup>er</sup>. Chariot, à essieux de bois non graissés.Il a remonté par le moyen d'une puis-  
sance égale à. . . . . Myr. Liv.  
19,875 (407)

Le même, les essieux étant graissés.

Il est parti avec une force de. . . . . 15,000 (307)

2<sup>e</sup>. Chariot, à doubles es-  
sieux, etc.De nouvelle } Il a remonté par une force  
invention. } équivalente à. . . . . 18,875 (387)3<sup>e</sup>. Chariot, à doubles essieux.Le même mouvement a eu  
lieu avec. . . . . 19,833 (406)

Dans ces dernières expériences, les résultats

ont été plus avantageux que dans les premières, aux voitures de nouvelle invention, par comparaison à celle ordinaire et à essieux de bois non graissés; mais on peut remarquer qu'après le graissage de cette dernière, la supériorité des autres a diminué sur le plan horizontal; qu'elle s'est encore affaiblie davantage sur la surface inclinée de trois pouces par toise; et qu'enfin ces nouveaux chariots, perdant tout leur avantage sur le troisième plan, dont l'inclinaison était portée à six pouces par toise, leur mouvement ne s'est effectué, en remontant, qu'à l'aide d'une puissance sensiblement plus considérable que celle employée pour la voiture ancienne à essieux de bois.

La voiture à essieux simples et fixes et à frottement, de la seconde espèce, qui avoit obtenu une supériorité si marquée dans les premières épreuves, l'a totalement perdue dans ces dernières.

On peut conclure de ces différens résultats, que les voitures à frottement, de la seconde espèce, soit à essieux doubles et mobiles, soit à essieux simples et fixes, n'ont d'avantage sur les anciennes qu'en les manœuvrant, comme dans ces dernières expériences, sur une surface horizontale, solide et très-unie, telle qu'était celle des madriers dont on s'est servi; mais que sur des plans inclinés, à surface molle et raboteuse, loin de l'emporter sur les voitures ordinaires, il faut au contraire, pour les mettre en mouvement, un emploi de moyens beaucoup plus étendus.

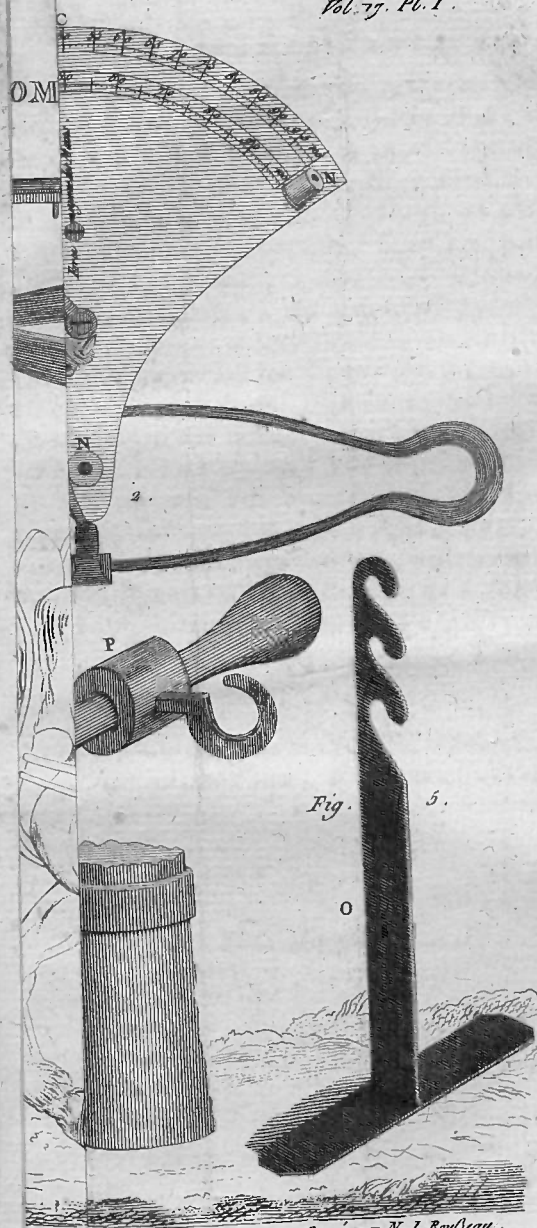
Au reste, comme l'usage qu'on fera habituellement de ces nouvelles voitures les éloignera de

la situation où elles ont paru plus mobiles que les autres, leur avantage se réduit à une simple démonstration théorique, que les diverses circonstances de la pratique peuvent à chaque instant mettre en défaut. Cet inconvénient, joint à ceux que le Comité central de l'Artillerie a déjà fait sentir dans son rapport au Ministre, en date du 29 frimaire an 4, doivent démontrer l'inutilité de ces nouvelles inventions.

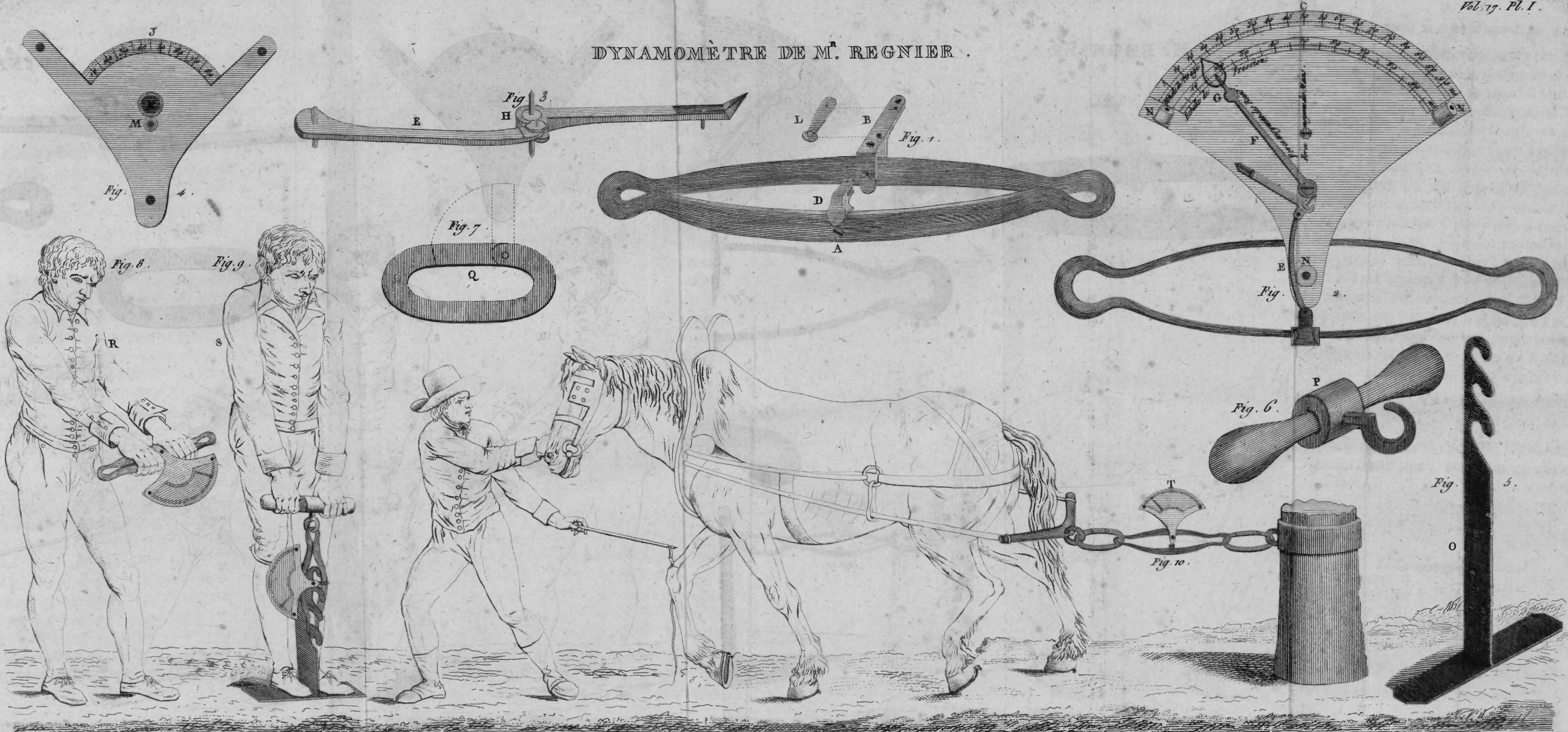
L'instrument dont on s'est servi pour les expériences ci-dessus, est le dynamomètre de M. Regnier l'aîné; la forme en est ingénieuse, le mécanisme simple, et l'usage facile. Le Comité ayant été précédemment chargé par le Ministre de la Guerre, de lui donner son avis sur cette invention, ne peut qu'ajouter de nouveaux éloges à ceux qu'il a déjà consignés dans son Rapport du 29 nivôse an 4.

Au Comité central de l'Artillerie, ce 3 germinal an 4.

Signé, F. M. AFOVILLE, DULAULOY,  
D'HENNEZEL et LARIBOISIERRE.



DYNAMOMÈTRE DE M. REGNIER.





## NOTE

*Sur quelques Substances minérales du  
Département de la Loire-Inférieure.*

Par M. TONNELIER, Garde des Collections  
minéralogiques du Conseil des Mines.

LE Conseil des Mines a reçu de M. du Buisson, Conservateur du Muséum d'Histoire naturelle, du département de la Loire-Inférieure, plusieurs minéraux trouvés dans les environs de Nantes. Parmi ces substances, les unes n'avaient point encore été découvertes en France, les autres s'y sont rencontrées très-rarement. Les travaux entrepris pour la réparation de la route de Nantes à Brest, avaient occasionné des fouilles sur un coteau voisin de cette ville, lequel se prolonge à l'Ouest à la distance de 8 kil. (2 lieues environ), dans une inclinaison de 45 degrés environ, avec une élévation d'environ 19 mètres (60 pieds) au-dessus du niveau de la Loire. Un examen attentif des roches qui avaient été extraites pour ferrer la route, firent soupçonner à M. Dubuisson qu'elles recélaient quelques espèces regardées comme étrangères au sol français. Ce savant voulut éclaircir ses doutes en recourant à la source; il visita en effet avec beaucoup d'attention, les trois principales carrières que l'on venait d'ouvrir.

La première carrière est celle *du Four-au-Diable*, à un kilomètre à l'Ouest de Nantes, et la moins élevée de toutes. Elle renferme, 1°. des cristaux de chaux phosphatée (apatite de Werner) en prismes hexaèdres, modifiés par de petites facettes, les unes d'une limpidité parfaite, d'autres de couleur verte, et plusieurs d'un beau bleu : tous ayant pour gangue un granite à base de feld-spath. 2°. La grammatite (trémolite de Werner) radiée, divergente sur le granite. 3°. L'émeraude (béril de Werner) prismatique, verdâtre dans une roche feld-spathique, avec quartz hyalin translucide gris. 4°. Le fer oxydé bleu disséminé dans une roche à base de feld-spath. Cet oxyde fond en un verre attirable à l'aimant, fait effervescence avec les acides, et ne noircit pas dans l'huile ; ce qui fait présumer à M. Dubuisson que le fer y est dans un état particulier. 5°. La pyrite magnétique (*magnetkies* des Allemands) dans une roche amphibolique noire qu'elle recouvre en partie, et qui en est toute pénétrée. Ces cinq espèces qu'accompagnent le fer arsenical, le fer sulfuré, le grenat, la chaux carbonatée, l'épidote, le feld-spath aggrégé nacré (f. quadridécimal de Haüy), se sont trouvées dans une veine granitique à base de feld-spath mélangé de quartz hyalin, entre deux lisières de hornblende.

La carrière *du Chesne-vert*, un peu plus élevée, à quatre kilomètres (une lieue) à l'Ouest de Nantes, a offert, 1°. la chaux phosphatée en petits prismes hexaèdres dans une roche amphibolique, dont ils sont souillés

en partie. 2°. La même espèce en petits cristaux d'un blanc nacré dans une roche amphibolique altérée, ou remplissant les cavités d'une mine de fer oxydé poreuse. 3°. La prehnite lamellaire et amorphe dans la hornblende en décomposition. Un filon de quartz au-dessus duquel ces substances reposent, renferme le fer sulfuré et le fer arsenical, du plomb sulfuré, de l'oxyde de manganèse, l'actinote sur un quartz hyalin laiteux, le grenat cristallisé et amorphe, la pyrite magnétique en mélange avec la chaux carbonatée laminaire, et l'épidote dans la hornblende.

La carrière *de la Chaterie*, la plus élevée de toutes, est à huit kilomètres de Nantes. Les substances qu'elle a présentées sont principalement, 1°. la titane siliceo-calcaire en petits cristaux gris, semblables à la variété di-tétraèdre décrite par M. Haüy. Ils sont renfermés dans une roche feld-spathique saccharoïde blanche qui sépare deux couches de hornblende noirâtre. 2°. La pyrite magnétique dispersée dans une roche amphibolique mélangée de chaux sulfatée lamellaire et de grenat, tant cristallisés régulièrement qu'en masse. Nous ajouterons à ces substances une roche serpentineuse avec asbeste, et le fer oxydulé octaèdre dans un talc chlorite dur, trouvés dans la carrière du Landa, à neuf kilomètres Sud-Ouest de Nantes.

Il résulte des recherches de M. Dubuisson, 1°. que le titane siliceo-calcaire, la chaux phosphatée, la grammatite et la pyrite

magnétique (1), ne sont point pour nous des productions exotiques. 2°. Que le gisement de l'émeraude et de la prehnite en France, est plus étendu qu'on ne l'avait pensé jusqu'ici. L'existence de la topaze (fluatée de silice et d'alumine de MM. Klaproth et Vauquelin), soupçonnée par le même minéralogiste dans la carrière de la Chaterie, est un fait que nous nous empresserons de publier lorsque M. Dubuisson l'aura vérifié, de manière à ne laisser aucun doute sur la vérité de la découverte qu'il nous a annoncée.

---

(1) La pyrite magnétique vient d'être reconnue dans le grunstein du département du Puy-de-Dôme, par M. Godon de Saint-Mémin.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N°. 98. BRUMAIRE AN 13.

---

### T R A I T É

*Sur la préparation des Minerais de plomb, comprenant les divers procédés employés au Hartz pour cet objet.*

Par l'Ingénieur des mines de France HÉRON DE VILLESOSSE,  
Commissaire du Gouvernement Français, près les mines  
et usines du Hartz.

---

### I N T R O D U C T I O N .

QUICONQUE veut acquérir quelques connaissances dans l'art difficile de fondre les minerais de plomb, ne se borne pas à savoir qu'avant de les jeter dans le fourneau de fusion, on les réduit en poudre qui s'appelle *schlich*; cette opération préliminaire, en apparence bien simple, offre les plus grandes difficultés; elle est d'une haute importance, tant sous le rapport de l'art des mines, que sous le rapport de l'économie, première base de tout travail en grand; voilà ce qui m'engage à présenter les détails les

plus circonstanciés sur les procédés qui se pratiquent à cet égard dans les divers ateliers du Hartz.

Classifica-  
tion des  
schlichs.

On classe au Hartz les différentes espèces de schlichs (1), ainsi que je vais l'exposer; je décrirai, dans le cours de ce Traité, les différentes manipulations d'où provient chaque schlich; pour le moment, il me suffira de présenter les noms et d'indiquer la richesse, ainsi que la grosseur des différentes espèces.

Comme la richesse des schlichs est extrêmement variable, même pour les schlichs de même nom, je ne puis en offrir que les limites, d'après un grand nombre d'épreuves.

Noms et  
richesse des  
schlichs.

| Noms des schlichs.          | Richesse au quintal de 123 liv. |                   |         |      |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|---------|------|
|                             | Argent.                         | Lois.             | Plomb.  | Liv. |
| 1°. Graben schlich. . . .   | 1 $\frac{1}{4}$ . . .           | à 12              | 65. . . | à 87 |
| 2°. Schwaenzel. . . . .     | 2 $\frac{1}{4}$ . . .           | à 6               | 16. . . | à 64 |
| 3°. Grob gewaschen. . . .   | 1. . . .                        | à 7               | 40. . . | à 73 |
| 4°. Untergerenne. . . . .   | $\frac{3}{4}$ . . . .           | à 7               | 16. . . | à 82 |
| 5°. Schlamm schlich. . . .  | $\frac{1}{4}$ . . . .           | à 6 $\frac{1}{4}$ | 14. . . | à 81 |
| 6°. Stuff schlich. . . . .  | $\frac{1}{2}$ . . . .           | à 8 $\frac{1}{4}$ | 12. . . | à 73 |
| 7°. Setz schlich. . . . .   | 1. . . .                        | à 16              | 27. . . | à 76 |
| 8°. Ratter schlich. . . . . | 1 $\frac{1}{4}$ . . .           | à 3               | 38. . . | à 56 |
| 9°. Stossherde schlich. . . | 1 $\frac{1}{2}$ . . .           | à 2               | 40. . . | à 60 |

J'ai mieux aimé conserver aux schlichs leurs noms allemands que de les traduire par de longues périphrases.

Le poids du pied cube de chaque espèce de schlich est aussi variable que leur richesse et

Pesant-  
teur spéci-  
fique des  
schlichs.

(1) Dans tout le cours de ce Traité le mot *schlich* est écrit comme il s'écrit ordinairement en Saxe et en France, quoiqu'il usage soit au Hartz d'écrire *schlieg*.

leur gangue: cependant on peut admettre comme terme moyen, que, suivant la mesure de Calenberg, le pied cube

|                  |                   |             |                        |
|------------------|-------------------|-------------|------------------------|
| du n°. 1         | pèse de 1 quintal | à 1 quintal | $\frac{1}{6}$ .        |
| — n°. 2 et 6     | de $\frac{1}{8}$  | à 1         | _____                  |
| — n°. 3, 7, 8, 9 | de $\frac{1}{16}$ | à 1         | _____ $\frac{1}{12}$ . |
| — n°. 4 et 5     | de $\frac{1}{4}$  | à 1         | _____                  |

Il est essentiel de remarquer que le quintal suivant lequel on pèse les schlichs est, à Clausthal, de 123 livres de Hanovre, et à Zellerfeld de 118. Le pied de Calenberg est une longueur de 29 centimètres.

Les schlichs, considérés relativement à la grosseur de leur grain, se rangent dans l'ordre suivant, en commençant par le plus gros, et descendant successivement jusqu'au plus fin.

Opérations d'où provient chaque schlich.

|                            |   |                                                            |                                                                                                                   |
|----------------------------|---|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1°. Ratten schlich. . . .  | } | Criblage et caisses à tombeau.                             | Gros-<br>seur<br>du grain des<br>schlichs et<br>opérations<br>d'où pro-<br>vient cha-<br>que espèce<br>distincte. |
| 2°. Setz schlich. . . . .  |   |                                                            |                                                                                                                   |
| 3°. Grabenschlich. . . .   | } | Communément caisses à tombeau et table à toiles pr. n°. 5. |                                                                                                                   |
| 4°. Schwaenzel. . . . .    |   |                                                            |                                                                                                                   |
| 5°. Grob gewaschen. . .    |   |                                                            |                                                                                                                   |
| 6°. Stoss herde schlich. . | } | Tables de percussion.                                      |                                                                                                                   |
| 7°. Untergerenne. . . .    |   |                                                            |                                                                                                                   |
| 8°. Schlamm gerenne. . .   |   |                                                            |                                                                                                                   |

Nota. La grosseur du stuff schlich est trop variable pour trouver place dans ce tableau; il provient immédiatement du bocardage à sec des morceaux riches de minerai, tandis que les huit autres espèces indiquées ci-dessus subissent d'abord le bocardage à l'eau, et tous les lavages successifs que je me propose de décrire.

Il me semble qu'au premier abord on pourrait se demander : à quoi bon faire tant d'espèces différentes de schlichis ? ne suffirait-il pas de débarrasser autant que possible le minéral de sa gangue et de le fondre ? Qu'il me soit permis , avant de passer outre , de répondre à ces questions que j'ai souvent entendues.

S'il était possible de ramener tous les minerais pilés à avoir un grain de même grosseur , une même gangue et une même richesse propres à donner une bonne fusion , il ne serait pas nécessaire de faire plusieurs espèces de schlichis ; mais comme les minerais et leurs gangues diverses ne se laissent réduire par les pilons du bocard qu'à des grains d'une grosseur très-différente , comme les uns ont une gangue très-difficilement fusible , tandis que les autres ont une gangue propre à favoriser , et quelquefois même à précipiter la fusion , comme enfin la composition intime des minerais influe , tant sur la grosseur du grain auquel ils se laissent réduire , que sur la richesse , la forme et le poids de ce grain , il est indispensable de former plusieurs tas dans lesquels on rende égales , autant que possible , la grosseur , la pesanteur spécifique , la richesse , la forme , en un mot , la nature des particules de gangue et de minéral ; cela étant fait , on combine ensemble ces tas de schlichis différens , suivant un certain ordre et une certaine proportion propres à procurer une bonne fusion ; de là , il résulte que les divers schlichis s'aident en quelque sorte réciproquement à livrer dans la fusion en grand , avec le moins de perte possible , les métaux qu'ils contiennent d'après l'essai docimastique ,

Objet  
qu'on se  
propose en  
classant les  
schlichis.

tandis qu'au contraire chacun traité séparément en grand , ou mal associé à d'autres schlichis différens , tromperait le plus souvent l'espérance du fondeur.

Dans la préparation des schlichis , on se propose encore un autre objet non moins essentiel , c'est d'introduire l'uniformité dans la marche des travaux de l'usine , c'est-à-dire , de faire en sorte que l'ouvrier travaille dans chaque opération de même nom , à-peu-près de la même manière ; au moyen de la classification des schlichis , un habile directeur d'usine opère le mélange des différentes substances , de manière à ce qu'elles puissent être traitées uniformément , au moins pendant un long espace de tems , sans que l'ouvrier soit dans le cas de chercher à modifier sa routine pour chaque opération particulière ; enfin , moyennant la classification des schlichis et l'artifice des mélanges qui en est une suite , chaque opération de même nom peut être amenée à donner un produit uniforme , ce qui est indispensable pour l'économie d'une usine ; car de l'uniformité des travaux il résulte que la dépense et la recette se trouvent uniformément réparties sur de longs espaces de tems.

Je me suis efforcé de faire sentir de quelle importance est la classification des schlichis ; mais par le premier tableau que j'ai formé , d'après les registres du Hartz , au sujet de la richesse des schlichis , on doit avoir déjà senti que , malgré les procédés ingénieux qui se pratiquent dans ces célèbres ateliers , on est encore bien loin d'avoir atteint l'uniformité désirable dans une même espèce de schlich. L'importance de cet objet et le sentiment des progrès qui

restent à faire, me donnent lieu d'espérer quelque indulgence pour les détails qui suivent.

## PREMIÈRE PARTIE.

*Triage des Minerais.*

Quand les minerais sont sortis du puits, on les divise de suite en gros et menus morceaux. Les gros morceaux sont nommés *waende*; les menus s'appellent *grubenklein*; ceux-ci varient en épaisseur, depuis celle d'un grain de poussière, jusqu'à quatre pouces; ceux-là sont de toute grosseur, au-dessus de quatre pouces jusqu'à un pied; les gros morceaux doivent être cassés au marteau avec grand soin; les fragmens qui en résultent sont divisés en *stufferz*, *schaererz* et *pocherz*. On met à part les déblais sous le nom de *berg*. Tout morceau qui tient du *stufferz* est cassé sur la mine. L'on n'exécute pas toujours cet ordre, mais c'est à tort.

1°. On appelle *stufferz* au Hartz, les morceaux de plomb sulfuré (*galène*, *bleyglanz*), qui sont très-riches; ces morceaux n'ayant que peu de gangue, on se contente de les faire passer sous les pilons d'un *bocard à sec*, et de tamiser la poudre qui en résulte.

2°. Les morceaux de *schaererz* sont des minerais dans lesquels la gangue est plus abondante; ils subissent l'opération du triage, d'après laquelle une partie de leurs fragmens rentre dans la classe des *stufferz*, tandis qu'une autre est réunie aux morceaux dits *pocherz*, dont il va être question: au reste, je parlerai plus en détail du genre de manipulation qui convient aux *schaererz*.

3°. On appelle *pocherz* les morceaux de minerai dans lesquels la gangue et le minerai sont tellement liés, mêlés ensemble, qu'il faut employer les différentes manières de piler et de laver pour les séparer; les *pocherz* ne présentent souvent que l'aspect de pierres, tandis que les *stufferz* passeraient aux yeux même de l'homme le moins exercé pour un minerai précieux; les *schaererz* s'annoncent d'eux-mêmes pour un mélange de pierre et de mine métallique.

Les petits éclats et poussières qui proviennent du cassage des gros morceaux, sont réunis soigneusement et tamisés à sec dans des tamis à bascule; il en résulte un sable grossier que l'on appelle *ratter korn*, et qui de suite est livré comme *schlich*, sous le nom de *ratter schlich*. Si le *ratter korn* contient beaucoup de minerai en gros grains, on le traite comme il sera dit (page 9), pour le traitement des morceaux nommés *setzwerck*. (Voyez plus bas.)

Quant aux éclats qui n'ont pas pu passer par le tamis, ils sont traités au moyen du crible par dépôt, appelé *setzmaschine*, que je décrirai plus tard. Ce serait une grande erreur que de regarder ces détails comme minutieux; un seul fait le prouvera: les tamis à bascule employés près de la mine de la Dorothee, pour mettre à profit les éclats des gros morceaux de minerai cassés au marteau, procurent communément par jour un quintal (1) de bon *schlich*.

(1) A la mine de la Dorothee on extrait par semaine dix-huit treiben de minerai (720 tonnes). Sept treiben passent au travail des tamis à bascule, pl. II, fig. 14 et 15; il en

J'indiquerai plus bas les procédés employés pour le traitement ultérieur des différens fragmens de fortes dimensions : revenons aux menus morceaux dits *gruben kleine*.

Triage des menus morceaux.

On emploie au Hartz deux manières de les trier ; l'une , qui est la plus usitée , est la machine à double bascule , dite *ratterwaesche* , dont je présente les dessins , *pl. II, fig. 1, 2, 3, 4 et 5*. Cette machine exige beaucoup d'eau pour la manipulation.

La seconde machine s'appelle *erzwaesche* : voyez même *planche, fig. 6, 7, 8 et 9*.

résulte 50 à 60 tonnes de *stufferz* trié , qui donne un *stuff schlich* , tenant communément  $3\frac{1}{4}$  à 4 lots d'argent et 60 liv. de plomb en quintal.

Dix-sept ouvriers sont employés à cette manipulation , et gagnent en totalité 14 écus par semaine.

A la mine de la Caroline on extrait par semaine 13 treiben de minerai ; 5 passent au travail. On en obtient 45 à 55 tonnes de *stufferz* trié , d'où résulte un *stuff schlich* tenant en quintal  $2\frac{1}{2}$  à 3 lots d'argent et 60 liv. de plomb. Seize ouvriers employés pour cette manipulation gagnent en totalité par semaine 13 écus réthales.

Voici en quoi consiste ce travail intéressant. ( Voyez *fig. 14 et 15, pl. II* ).

1°. On concasse les morceaux grossièrement au marteau à main.

2°. On charge les éclats sur les tamis à bascule *a* , et ce qui passe est du *stuff schlich*.

3°. Ce qui ne passe que par le tamis *b* est traité sur le crible par dépôt *p* à la main , suivant la manière décrite dans le Traité.

4°. Ce qui se rend sur la table *d* est trié à la main par un enfant assis sur un tabouret *n* , et classé en *stufferz* , *schaerertz* et *pocherz*.

5°. Les morceaux riches sont pilés grossièrement sous les pilons d'un petit bocard à sec , et ainsi de suite.

Elle est d'une grande ressource dans un endroit où l'on a peu d'eau à sa disposition.

La première machine de criblage , dite *ratterwaesche* , est composée de deux caisses inclinées et mobiles *A, B...* dont on voit les fonds en plan sur le dessin. Ces caisses reçoivent un mouvement de bascule tiré de l'arbre tournant du bocard. La manipulation est fort simple.

1°. On charge les menus morceaux à trier dans la caisse supérieure *A* , et l'on reçoit sur la grille de cette caisse les plus gros d'entre eux , qui ne s'y arrêtent qu'après avoir été bien nettoyés dans la caisse mobile , où l'eau court continuellement ; alors , on trie de nouveau à la main ce qui n'a pu passer par la grille , et il en résulte ce que l'on appelle *klaubewerk* , morceaux de minerai que l'ouvrier renvoie suivant leur aspect et leur poids , soit parmi les *stufferz* , soit parmi les *schaerertz* , soit parmi les *pocherz* , soit parmi les déblais inutiles , soit enfin parmi les pyrites de cuivre qui souvent accompagnent le minerai de plomb , et doivent être fondues séparément.

2°. Dans la caisse inférieure on obtient , à travers le premier tamis *f* , un sable fin , à travers le second tamis *g* , un sable gros , destinés l'un et l'autre à un travail ultérieur qui sera décrit. Ces sables se rendent chacun dans un conduit séparé , *f* en *m* et *g* en *p*. A travers le troisième tamis *r* , on obtient un grain plus gros que les sables dont il vient d'être question ; il est destiné au travail des cribles par dépôt , sous le nom de *kleinsetzwerk* ; enfin , ce qui n'a pu passer ni par la grille de la caisse supérieure , ni par aucun des trois tamis , est traité

Manipulation sur la machine de criblage dite *ratterwaesche*.

sur le crible par dépôt, sous le nom de *grobesetzwerk*. Le sable fin du tamis *f* s'appelle *feinschlemmkorn*. Le gros sable du tamis *g*, *roescheschlemmkorn*. On voit par ce qui précède que la *roetterwaesche*, machine extrêmement simple, qui ne coûte que 36 florins au Hartz, procure à peu de frais un triage prompt, au moyen duquel les menus morceaux (*gruben kleine*), se divisent presque d'eux-mêmes en quatre classes: la situation ordinaire d'une telle machine se voit *pl. III*, lettre *B*.

Manipulation sur la machine de criblage dite *erzwäesche*.

La seconde machine (*erzwäesche*), beaucoup plus compliquée, ne divise les menus morceaux qu'en deux classes. Elle est située dans un atelier couvert au pied d'une montagne, à l'extrémité inférieure d'un conduit de bois fort incliné, par lequel le minerai tombe de la mine dans l'atelier. Suit la manipulation qui expliquera la machine.

*Pl. II*,  
*fig. 6, 7,*  
*8 et 9.*

1°. Au moyen du levier *a*, l'ouvrier ouvre la porte *p* du conduit *pf*; le minerai tombe de lui-même par la porte *p* dans la caisse *kg*, dont la grille *q* est alors dans l'eau du réservoir *R*. (La grille *q* forme le fond de la caisse *kg*).

2°. L'ouvrier remue la caisse *kg* qui est mobile sur un axe horizontal.

3°. Au moyen de l'engrenage *m*, l'ouvrier tire la caisse de l'eau, et il l'arrête, au moyen du morceau de bois *n*.

4°. Au moyen du levier *c*, le même ouvrier ouvre la porte *d* qui communique à la table près de laquelle sont les *trieurs*.

5°. Au moyen du crochet *e*, la petite porte *z*, (qui forme le devant de la caisse *kg*), s'ouvre, et l'ouvrier, en inclinant la caisse vers la porte *d*

qui est ouverte, fait tomber sur la table *v* des *trieurs* (*klaub bühne*), les morceaux de minerai qui n'ont pas pu passer par la grille *q*; ceux-ci les examinent et les classent comme il a été dit ci-dessus.

On sent que cette manœuvre est plus promptement exécutée par un enfant de douze ans, qui dirige à lui seul toute la machine, qu'elle ne pourrait être décrite par un académicien.

6°. De tems en tems, l'ouvrier lève une soupape *s* qui occupe le fond du petit réservoir d'eau dans lequel plonge la caisse, et alors les grains, tant de minerai que de gangue qui, pendant la manœuvre décrite ci-dessus, ont pu passer à travers la grille, se rendent par un conduit près du crible par dépôt (*setzmaschine*), dont je vais décrire le travail.

Le crible par dépôt n'est autre chose qu'un crible suspendu à un ressort en bois, et tellement disposé, que l'ouvrier peut à son gré le faire plonger plus ou moins dans un baquet d'eau.

Manipulation sur le crible par dépôt dit *setzmaschine*.

Voyez *pl. II*, *fig. 12* et *13*. Suit la manipulation.

1°. On met dans le crible les fragmens grossiers dont il a été question ci-dessus, comme d'un mélange de gangue et de minerai seulement concassé (*setzwerck*).

2°. On plonge le crible à plusieurs reprises et lentement; l'eau soulève tout ce qu'il contient, sans que rien en puisse sortir par le haut; mais par le fond s'échappent les plus petits morceaux et de gangue et de minerai *setzfasz*, qui par suite sont livrés à un travail que je décrirai, travail d'où l'on obtient le *schlich* dit *setzschlich*.



3°. L'immersion ayant été bien faite, l'ouvrier, au moyen d'une espèce de cuiller sans manche, enlève le lit supérieur de ce qui reste dans la caisse du crible; ce sont des morceaux de gangue que l'on rejette; le second lit est un mélange de gangue et de minerai en morceaux grossiers, que l'on retire pour les faire piler dans l'auge du bocard à l'eau; le troisième et dernier lit immédiatement appliqué sur le crible, est composé de riches fragmens de minerai que l'on nomme *graeupel* (von groupen); on les fait piler comme le *stufferz* au bocard à sec.

On voit que le crible par dépôt opère facilement un triage en quatre parts distinctes.

#### Bocardage.

Suivant l'ordre des travaux, je passe aux machines à pilon dites bocards (*pochwerk*).

La construction et le travail d'un bocard proprement dit, sont à-peu-près semblables dans les anciens et dans les nouveaux ateliers du Hartz; les dimensions de la roue hydraulique varient dans quelques-uns, en raison des cours d'eau destinés à procurer le mouvement; mais partout une même roue à augets et un même arbre tournant, mettent en mouvement les pilons de deux bocards contigus; ainsi ce qu'on appelle au Hartz un bocard (*pochwerk*), est réellement l'assèmbiage de deux machines à pilons, qui ont chacune leur auge et leur tamis, qui peuvent travailler indépendamment l'une de l'autre, mais dont les sables et les eaux se réunissent, quelque tems après leur sortie de l'auge, dans un conduit commun: je ne considérerai donc qu'un bocard dans cette des-

Manipulation des bocards.

cription, et tout ce que j'en dirai s'appliquera entièrement à son voisin.

Je présente les dessins de deux bocards, dont l'un (*pl. III*), est situé dans un atelier où se pratique l'ancienne méthode corrigée de lavage des schlichs, et l'autre (*pl. IV*), dans un atelier où se pratique la nouvelle méthode de lavage des schlichs par le moyen des tables de percussion: comme je me propose de comparer ces deux méthodes dans la suite de ce Traité, j'ai cru à propos de faire voir dès à présent que la disposition du bocard est à-peu-près la même dans l'une et dans l'autre. On voit dans la *pl. III* les détails de la construction de l'auge, la situation du tamis, les dimensions des pilons représentés dans leur plus grande levée, en un mot, l'ensemble des circonstances qui influent sur le bocardage d'où dépend, comme l'on sait, toute la suite du travail des schlichs; ces circonstances sont communes aux bocards des deux méthodes de lavage. Un seul bocard est composé de trois pilons égaux quand ils sont neufs, et chacun du poids de 5 à 6 quintaux, en comptant la masse qui est de fonte. Le premier pilon placé au côté *c'* de l'auge, par lequel on y jette le minerai, s'appelle *unterschun stempel*, en français *dégrossisseur*; le second s'appelle *mittel stempel*, pilon du milieu; le troisième *austrag stempel*, en français *pileur du fin*. On coule toutes les masses de pilon suivant les dimensions que j'indique dans le dessin pour le pileur de fin, quoique dans ce même dessin je représente les masses avec des dimensions différentes; cela provient de ce que les masses, quand elles sont neuves, sont toujours appli-

Disposition de l'auge du bocard.

Disposition des pilons.

quées au pileur de fin, et lorsqu'elles commencent à s'user, on les passe au pilon du milieu, puis au dégrossisseur : c'est de cette manière que l'on fait varier les poids des trois pilons. Le choc des pilons contre le fond de l'auge est si violent, qu'un fond neuf présente déjà au bout de vingt-quatre heures les impressions en escalier que j'indique dans le dessin

Ordre des  
travaux.

La manipulation d'un bocard se divise au Hartz en travail d'été et travail d'hiver.

Pendant l'été, on bocarde les minerais qui n'ont encore été que triés et criblés par les procédés décrits ci-dessus ; pendant l'hiver, on ne bocarde que le résidu des travaux de l'été connu sous le nom de *after*. Il en sera question plus au long.

Été comme hiver, le fond de l'auge est un épais morceau de fonte ; celle de ses surfaces qui reçoit le choc des pilons, s'incline (à partir du pileur de fin vers le dégrossisseur) de sept centimètres et demi sur neuf décimètres, longueur totale du fond de l'auge en fonte. La longueur totale de l'auge en bois est de treize décimètres. La *taque de fond* (unterlage) y est encastrée fortement, et les joints sont exactement remplis avec de la mousse.

Le crible est en fil de laiton toujours placé verticalement et bien assujéti sur le fond de l'auge, comme on le voit dans le dessin.

Les dimensions des cribles employés dans les diverses opérations dont ce Traité réunit les détails, sont si variées et si importantes, que j'ai cru devoir en présenter ici le tableau.

1°. Le crible *a* placé dans la caisse supérieure *A* de la machine de criblage dit *ratterwasche*, planche *II*, fig. 4,

consiste en une plaque de fonte de fer épaisse de 12 millim. percée de trous carrés de 19 millim. de côté, et distans les uns des autres de 12 millim. ; ces trous sont évasés vers la face inférieure de la plaque, pour faciliter le passage des morceaux de minerais.

2°. Le crible *r*, même planche, fig. 5, placé dans la caisse inférieure *B*, est tissu en gros fil de fer de 2 millim. 66 de diamètre, et offre des interstices carrés de 9 millim. de côté.

3°. Le crible *g*, même fig., est tissu en fil de laiton de 1 millim. 50 de diamètre, et offre des interstices carrés de 4 millim. 50 de côté. On emploie un crible absolument semblable pour le bocardage de l'espèce de minerai dite *scharerz* : alors ce crible se place hors de l'auge du bocard devant le trou de sortie des eaux, et horizontalement. (Voyez à cet égard page 110).

4°. Le crible *f*, même fig. 5, pl. *II*, est tissu en fil de laiton de 1 millim. 33 de diamètre, et offre des interstices carrés de 2 millim. 66 de côté. On se sert d'un crible absolument semblable dans l'auge du bocard pour bocarder les minerais à gangue tendre, dans lesquels la galène se sépare facilement, et se présente en gros grains : par exemple à *Clausthal*, aux mines de *Dorothee*, de *Caroline*, de *Braunelilie*, etc. à *Rellerfeld*, à la mine de *Herzogaugust* et *Friedrich* ; et à *Lauterthal*, à la mine de *Lauterthalsglück*.

5°. On se servait autrefois, pour le bocardage, des rebuts dits *afters*, d'un crible tissu en fil de laiton de 1 millim. 33 de diamètre, et dont les interstices carrés étaient de 2 millim. de côté ; mais aujourd'hui, c'est en plaçant un semblable crible dans l'auge, que l'on bocarde presque tous les minerais du District de *Zellerfeld*, en ayant soin d'élever plus ou moins le bord inférieur du crible, selon que l'exige la texture des minerais. Ainsi, par exemple, pour bocarder les minerais de la mine de *Ringundsilbera schnur*, dans lesquels la galène se présente en quelque sorte tricotée, dont la gangue est en grains d'une médiocre grosseur, on n'élève point du tout ce crible au-dessus du fond de l'auge dans le bocardage des minerais ; au contraire, pour bocarder les minerais de *bleyfeld*, on élève de trois pouces le bord inférieur du crible. (Voyez les détails de cette manipulation, page 97, et les gangues, pages 98 et 99).

6°. Toutes les fois qu'on bocarde les rebuts dits *after*, on emploie dans l'auge du bocard un crible tissu en fil de laiton de 1 millim. 20 de diamètre, et dont les interstices carrés sont de 1 millim. 80 de côté.

7°. Pour tamiser les éclats et poussières dont il est question, page 87, on emploie dans les tamis à bascule un crible qui a 58 centimètres de long, 29 centimètres de large, et qui du reste est absolument semblable à celui art. 4°. ci-dessus.

8°. Dans les cribles par dépôt, *pl. II, fig. 12 et 13*, la maille est comme art. 3°. ci-dessus : si le criblage par dépôt s'opère sans le secours du mécanisme, *fig. 1*, mais seulement à la main, on emploie le crible art. 3°. ci-dessus, en lui donnant un diamètre de 38 centimètres, au lieu que dans la machine à cribler par dépôt, le diamètre est 58 centimètres : tel est l'avantage de cette machine.

Travail  
d'été.

Dans l'été, le crible de l'auge est placé à 19 centimètres et  $\frac{1}{2}$  du poteau ou montant du bocard (*pochsaüle*), près duquel s'opère la sortie des eaux et des sables, et à 4 centimètres 8 millimètres du pileur de fin. Ainsi, la distance totale du poteau montant au pileur de fin, qui lui est parallèle, est alors 0<sup>m</sup>.243, ou 10 pouces de Calenberg. Dans l'été, le bord inférieur du crible repose immédiatement sur le fond de l'auge ; cependant, si le minerai est disséminé en petit grains dans une grande masse de gangue légère, on exhausse le crible jusqu'à 3 pouces, au moyen de tasseaux de bois que l'on place dessous et que l'on assujettit fortement.

Travail  
d'hiver.

Dans l'hiver, le crible reste à la même distance du poteau montant ; mais le pileur de fin est alors constamment placé à 7 centimètres 3 millimètres du crible, et le bord inférieur de celui-ci est constamment à 4 centimètres 8 millimètres au-dessus du fond de l'auge. Cette dernière disposition est celle qui convient généralement

généralement au bocardage des résidus nommés *after*, quand ils sont à *gangue lourde* ; mais, plus la gangue de l'*after* à bocarder est légère et abondante, plus on élève le crible au-dessus du fond de l'auge : enfin, si la gangue est très-abondante et très-légère, on exhausse le crible jusqu'à 18 centimètres au-dessus du fond de l'auge, mais jamais davantage.

Été comme hiver l'eau entre dans l'auge à 7 centimètres au-dessus du point inférieur de la taque de fond. La vitesse de l'eau doit être en rapport avec la vitesse du pileur de fin, c'est-à-dire, que l'eau ne doit pas entrer plus vite dans l'auge que les sables n'en peuvent sortir par le crible.

Le même pilon se meut au plus 60 à 64 fois par minute, mais ordinairement 50 fois.

Les moyens employés au Hartz pour obtenir à volonté un sable gros ou un sable fin, sont, 1°. pour obtenir un sable gros, d'augmenter, soit la vitesse, soit la levée, soit le poids des pilons, sans élever le crible au-dessus du fond de l'auge, et sans écarter de lui au-delà de deux pouces, le pilon nommé *pileur de fin*. 2°. Pour obtenir un sable fin, d'élever le crible, d'écarter de lui le pileur de fin, sans changer rien aux autres circonstances. Ordinairement, pour les gangues tendres, telles que spath calcaire et schistes argileux, la levée des pilons est telle qu'il suit :

Moyens  
d'obtenir  
un sable  
gros ou un  
sable fin à  
volonté.

|          |   |                      |      |                                |
|----------|---|----------------------|------|--------------------------------|
| Levée du | { | Dégrossisseur. . .   | 0,22 | } Pour les gangues<br>tendres. |
|          |   | Pilon du milieu. . . | 0,24 |                                |
|          |   | Pileur de fin. . .   | 0,26 |                                |

Mais pour les gangues dures, telles que *hornstein* ou roche de corne et quartz, les pilons

Poids et  
levée des  
pilons.

ont tous la même levée. Pour toute espèce de gangue, on fait ensorte que les pilons portent des masses dont suivent les hauteurs :

|                                |                                                                                                                          |         |                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|
| Hauteur des masses des pilons. | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Dégrossisseur.} \\ \text{Pilon du milieu.} \\ \text{Pileur de fin.} \end{array} \right.$ | mètres. | } Pour toute gangue. |
|                                |                                                                                                                          | 0,12    |                      |
|                                |                                                                                                                          | 0,17    |                      |
|                                |                                                                                                                          | 0,20    |                      |

J'ai expliqué plus haut que c'est de cette manière que l'on fait varier le poids des pilons, de sorte qu'un pilon léger n'est autre chose qu'un pilon qui a une vieille masse, dont une épaisseur de 8 centimètres est déjà usée. Les moyens employés pour faire varier la levée des pilons sont, 1°. de changer les masses; 2°. de changer la place des mentonnets par lesquels la came de l'arbre tournant enlève les pilons; 3°. d'écarter l'arbre tournant tout entier du plan vertical dans lequel se meuvent les pilons.

Il est de la plus grande importance de bien savoir déterminer, pour chaque bocardage, si le minerai doit être pilé au gros sable ou au sable fin; c'est ce qui m'engage à citer ici quelques exemples relatifs aux différentes mines du Hartz.

Aux mines de Claustal, arrondissement dit *Burgstaedterzug*, les gangues sont, roche de corne, schiste argileux, chaux carbonatée, quartz, et un peu de chaux carbonatée ferrifère; on bocarde au *sable gros*. (La galène est ordinairement à gros grains dans ces minerais).

Dans l'arrondissement dit *Rosenhoffzug*, les gangues sont *grauwacke*, grès gris et dur, baryte sulfatée, chaux carbonatée, *id.* ferrifère, et un peu de blende (zinc sulfuré); on

Diverses  
gangues des  
minerais du  
Hartz.

bocarde au *sable gros*. (La galène est à gros grains dite *grossblaetrig*).

Aux bocards de Zellerfeld, on bocarde les minerais des mines de *Bleyfeld*, de *Neuen Sanct-Joachim*, et de *Haushannover und braunschweig*, extrêmement fin, parce que le plomb sulfuré (galène) s'y trouve disséminé dans la gangue en très-petites parcelles.

A Claus  
thal.  
A Zeller-  
feld.

A *Sanct-Joachim* la gangue est chaux carbonatée ferrifère et schiste argileux très-dur; à *Bleyfeld*, la gangue est roche de corne et quartz; à la mine de *Haushannover*, la gangue est quartz, et chaux carbonatée ferrifère mêlée intimement au quartz.

A la mine de *Bockswiese*, District de Zellerfeld, la gangue est quartz, schiste argileux avec un peu de blende et de pyrite de cuivre. (Le minerai est en gros grains). On bocarde au gros sable. A celle de *Juliana-Sophie*, la gangue est à-peu-près la même; mais on bocarde au sable fin quand le minerai s'y trouve disséminé dans la blende, le schiste et le quartz.

A la mine de Lautenthal dite *Lautenthals-gegen-trumm*, la gangue est quartz et chaux carbonatée avec schiste argileux et blende; on bocarde presque fin, pour bien séparer la galène qui est disséminée dans de la blende en masse.

A Lauten-  
thal.

Enfin, à la mine de *Sanson*, près Andreasberg, la gangue est chaux carbonatée, schiste argileux avec un peu de quartz; le minerai d'un grain moyen: on se contente de bocarder à un sable moyen entre le fin et le gros. On voit, par les exemples qui précèdent, que, pour déterminer à quel sable les minerais doivent être

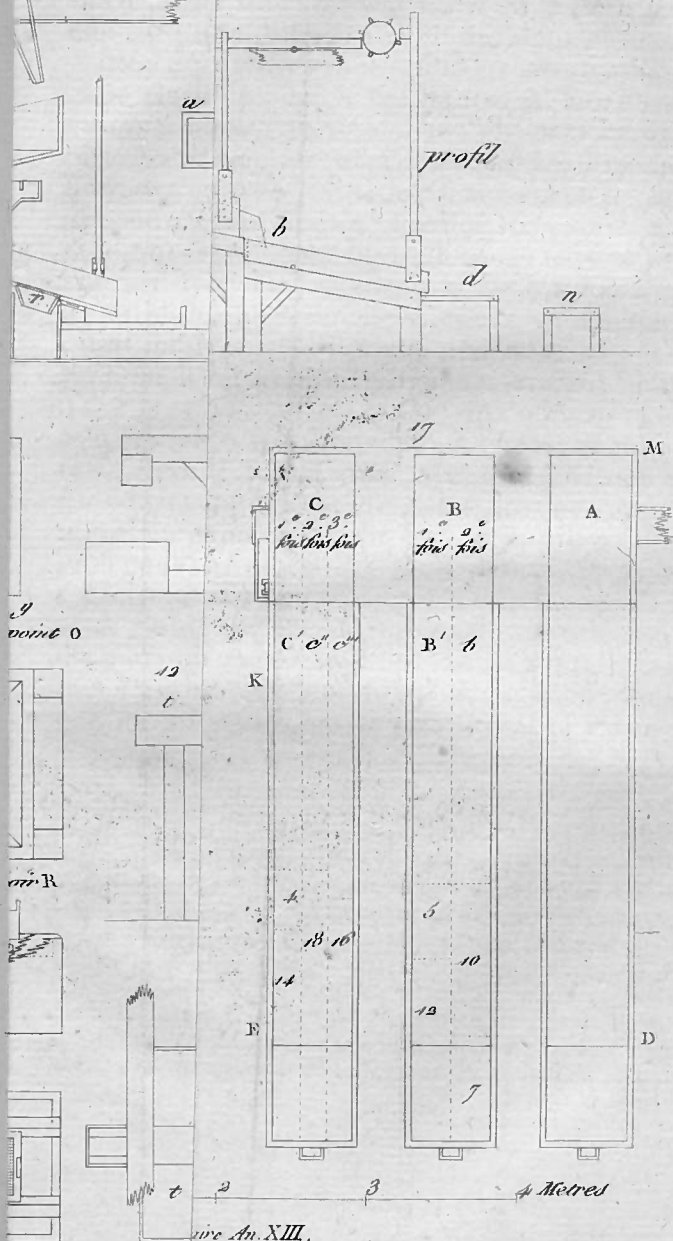
A Andreas-  
berg.

bocardés, il ne suffit pas de considérer la nature et la quantité de la gangue, non plus que les pesanteurs spécifiques des différentes substances qui la composent, mais qu'il est aussi bien essentiel de considérer de quelle manière la gangue est disposée, relativement au minerai dans les morceaux à bocarder; c'est ce qui rend impossible, du moins à ce qu'il me semble, de donner à cet égard des règles générales toujours applicables dans la pratique, où la texture de la gangue se présente variée d'une infinité de manières aussi peu susceptibles de définition, que la texture même du minerai qu'il ne faut pas perdre de vue (1).

Principes  
généraux  
pour le bo-  
cardage.

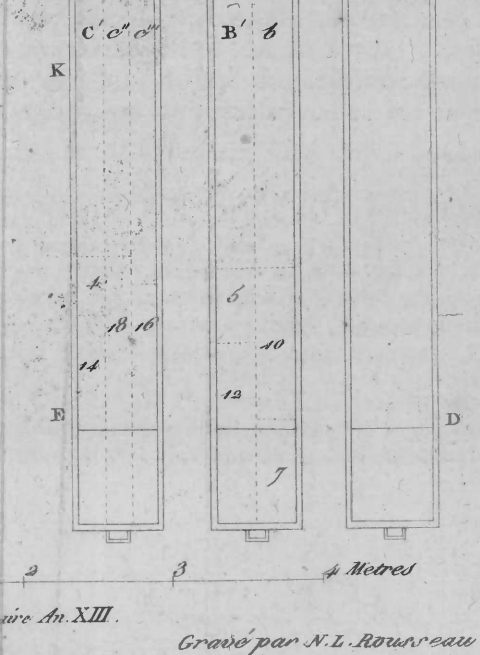
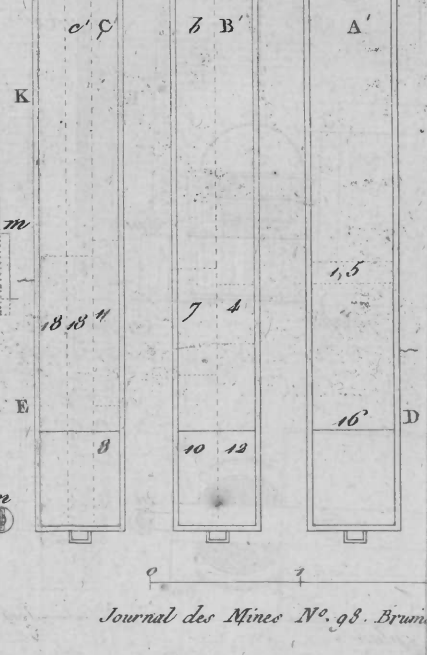
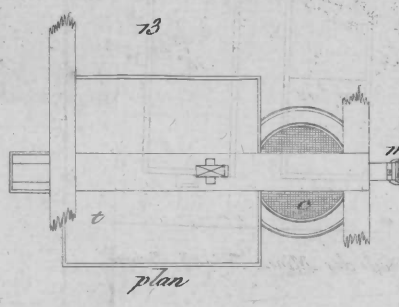
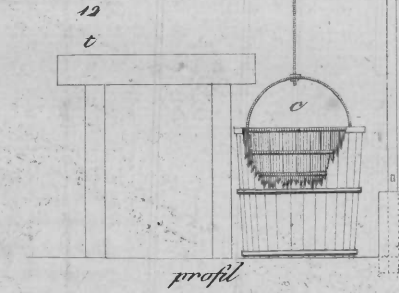
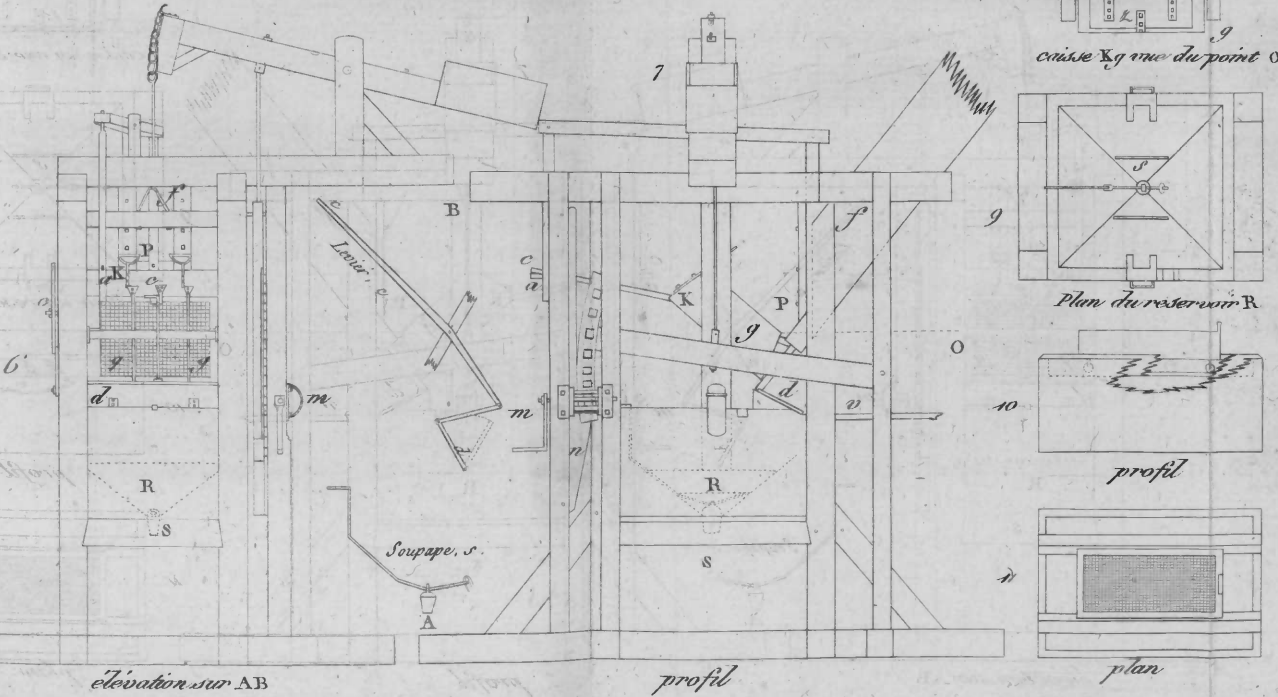
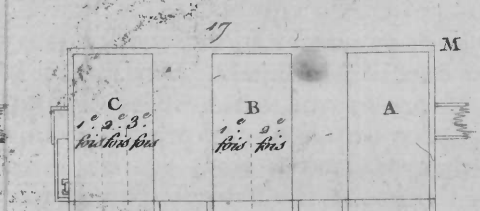
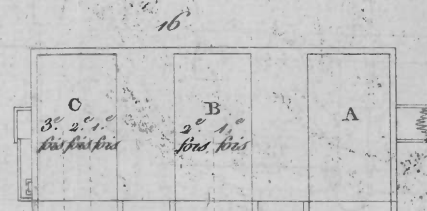
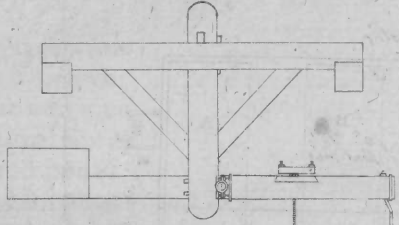
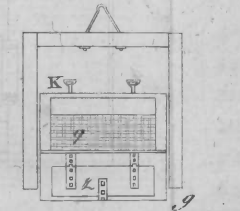
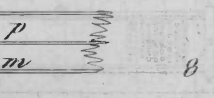
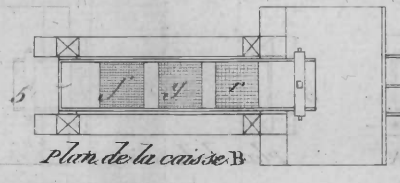
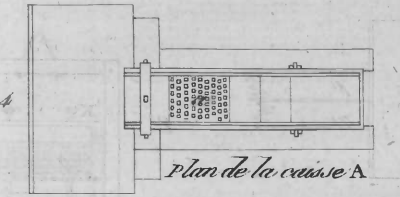
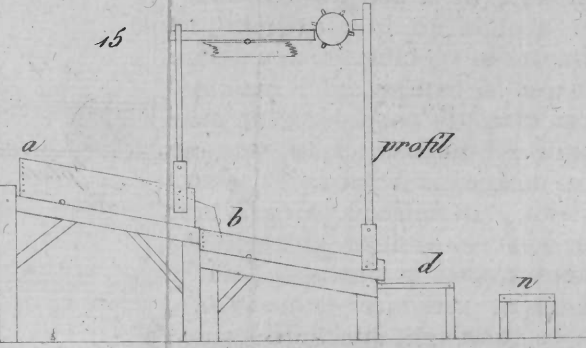
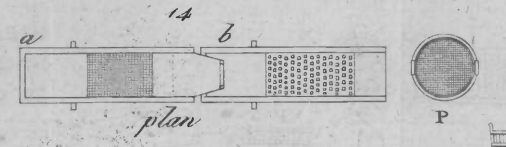
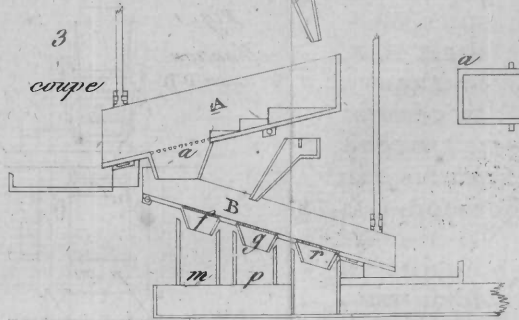
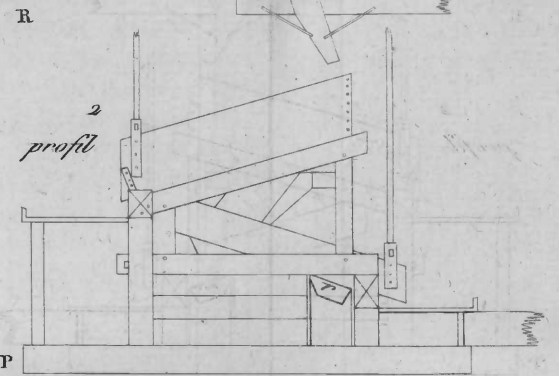
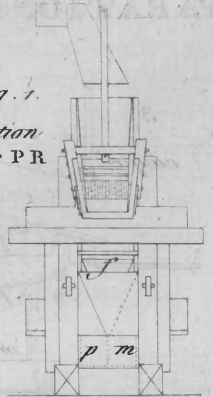
Sans m'arrêter à l'explication des manœuvres du bocard, indiquées plus haut, il me suffira de rappeler que toute disposition qui augmente la force du choc des pilons procure un sable plus gros, parce qu'il est de suite lancé hors de l'auge, où il y a toujours une hauteur de 5 à 7 centimètres d'eau qui s'y amasse et s'y soutient, tant à cause de l'inclinaison du fond de l'auge, qu'à cause de l'obstacle que lui opposent le crible et les pilons; au contraire, toute dis-

(1) On pourrait admettre comme règle générale, que les minerais à gros grains disséminés dans la gangue, doivent être bocardés au gros sable, quelle que soit la gangue, tandis que les minerais disséminés en parcelles tenues dans la gangue, doivent être bocardés au sable fin: cela est généralement vrai, mais point sans exception; par exemple, 1<sup>o</sup>. une galène à gros grains disséminée dans le quartz ou le fer spathique, et fortement liée avec cette gangue, doit être bocardée au sable fin. 2<sup>o</sup>. Une galène à grains fins dans une gangue très-tendre, telle que spath calcaire disposé à se séparer facilement du minerai, sera bocardée au gros sable.



ortis  
rd.  
ion  
vaux  
hode  
e et  
le.

Fig. 1.  
Elevation sur P R



position qui donne au sable le tems de rester sous les pilons , d'y revenir à plusieurs fois , et de nager long-tems dans une grande quantité d'eau , procure un sable fin , parce qu'il ne sort de l'auge que lorsqu'il a été assez léger pour se tenir un instant à la surface d'un bain haut de quelques centimètres ; je crois n'avoir pas besoin d'expliquer pourquoi on pile toujours au sable fin les after , qui ne sont qu'un résidu de minerai déjà lavé en schlich.

## SECONDE PARTIE.

A mesure que les sables sont entraînés hors de l'auge du bocard par l'eau courante qui la traverse , ils vont se déposer plus ou moins loin , suivant leur pesanteur spécifique , dans les divers conduits disposés pour les recevoir. C'est ici que commence la différence des procédés pratiqués au Hartz pour recueillir les sables , et pour former les différentes espèces de schlich qui en résultent.

Ici commence la distinction des méthodes ancienne et nouvelle que je décrirai successivement.

La méthode ancienne se divise en deux parties , 1°. méthode ancienne , qui était déjà pratiquée il y a plusieurs siècles au Hartz , et qui se pratique encore dans quelques vieux ateliers. 2°. Méthode ancienne corrigée , telle qu'elle se pratique habituellement aujourd'hui dans le plus grand nombre des ateliers du Hartz.

La méthode nouvelle se divise aussi en deux parties , 1°. méthode nouvelle avec petites tables à secousse et grandes tables de percussion ,

telle qu'elle se pratique depuis trois ans au Hartz, telle que je l'y ai trouvée établie en juillet 1803, mais seulement à l'atelier de Bockswiese. 2°. Méthode nouvelle corrigée telle qu'elle sera pratiquée, à compter de Pâques 1804, et telle qu'on l'établit aujourd'hui avec plus ou moins de modifications dans quelques nouveaux ateliers de lavage qui sont en construction.

1°. *Méthode ancienne de lavage, voyez planche III.*

Sitôt que les eaux chargées des sables sont sorties de l'auge du bocard, elles sont reçues par trois conduits de bois qui se succèdent. Leur longueur totale est en général 12 mètres, leur largeur 3 décimètres, et leur profondeur varie de 2 à 3 décimètres. Les fonds de ces conduits, qui sont tous horizontaux, et placés dans le plancher de l'atelier, ne sont pas tous au même niveau, mais ils forment plusieurs petits gradins qui vont en descendant, à compter du bocard; chacun des conduits porte un rebord haut d'un décimètre, et placé immédiatement avant son gradin, de sorte que chacun présente une caisse oblongue séparée, dans laquelle le sable peut s'accumuler jusqu'à la hauteur du rebord, tandis que l'eau s'écoule par-dessus et passe dans le conduit inférieur; de cette disposition, il résulte que dans les trois conduits il se dépose trois sortes de sable; le premier conduit, près du bocard, s'appelle *reichgerenne*, conduit riche; le second, *schussgerenne*, conduit des premiers gradins; le troisième, *untergerenne*, conduit inférieur.

Premiers conduits où se déposent les sables riches.

A l'extrémité du conduit dit *untergerenne*, est un bassin dit *simpel*, profond de 7 décimètres, long de 16, et divisé dans sa largeur en deux cases qui se communiquent, dont chacune a 6 décimètres de large. Dans ce bassin de réception les eaux achèvent de déposer les sables, puis elles se rendent dans les conduits du labyrinthe dits *schlammgerenne*, dont on voit la disposition dans la *pl. III*; les conduits sont aussi à rebord et gradin; là les eaux ne déposent plus que des vases d'autant plus tenues, que le dépôt s'opère plus loin; on sent que ces diverses distributions varient dans la pratique en raison des localités, mais que la théorie en est toujours la même.

Les sables du conduit riche et ceux du conduit dit *schussgerenne*, sont destinés à un travail qui s'exécute dans les caisses à tombeau, *schlemmgraber*, *A, B, C*, *pl. II*, travail dont on obtient, ainsi que je vais l'expliquer, les trois espèces de schlich dites *graben schlich*, *schwanzel* et *grobgewaschen*, dont j'ai déjà parlé. Le sable du *reichgerenne* est toujours travaillé à part dans les caisses à tombeau, comme devant donner le meilleur *graben schlich*, et le *grobgewaschen* n'est qu'ébauché dans ces mêmes caisses, ainsi qu'on le verra plus bas, quand j'expliquerai la manière de le finir sur la table à toile *P*, dite *planen hearde*. Les sables qui se déposent, tant dans le conduit *untergerenne*, que dans le bassin *R*, sont destinés à la confection du schlich dit *untergerenne*; enfin les vases du labyrinthe fournissent le *schlamm schlich*; je passe aux détails des diverses manipulations que j'abrègerai en les

Conduite ultérieure.

Conduite du labyrinthe où se déposent les vases et bourbes.

Destination ultérieure des différens sables et des vases.

Exposé des diverses manipulations.



indiquant par des caractères. Voyez les *fig. 16* et *17, pl. II* et la *pl. III*.

Caisnes à  
tombeau  
dites  
*schlemm-  
graben.*

Travail des caisses à tombeau inclinées.

On voit leurs dimensions et leur inclinaison sur le dessin particulier qui servira à expliquer la manipulation.

*Pl. II* et  
*III.*

L'eau s'élevant dans le conduit *x*, dès qu'on ferme la porte *y*, il en résulte que l'on peut à volonté faire tomber de l'eau par l'ouverture *z* dans la caisse, ou arrêter sa chute. Au moyen de cinq trous placés à 7 centimètres au-dessus l'un de l'autre sur la petite face inférieure de la caisse, et au moyen d'une bonde que l'on peut transporter de l'un à l'autre, on conserve à volonté plus ou moins d'eau dans le bas de la caisse, et celle que l'on fait écouler se rend, par un conduit *n*, dans un réservoir où elle entraîne les particules qui surnagent, pendant l'opération que je vais décrire depuis le commencement.

Travail du  
*graben  
schlich.*  
*V. fig. 16,*  
*pl. II.*

1°. On met le sable tiré du conduit convenable indiqué plus haut, sur la tablette supérieure de la caisse *A*. L'ouvrier en attire quelques pelletées dans la caisse, et forme une petite digue parallèle à la face de la table. Au moyen d'un rouable de bois qu'il fait glisser sur le fond de la caisse, il force continuellement les sables que l'eau veut entraîner au loin à remonter vers la partie supérieure de la caisse où se déposent les particules les plus pesantes; en même-tems l'eau va prendre son niveau dans la partie inférieure de la caisse avec les parcelles de minerai trop tenues pour se déposer tout de suite; dans le premier moment, les trous de la face inférieure

sont ouverts, et l'eau entraîne librement hors de la caisse les parties de sable les plus légères; mais bientôt on bouche le trou inférieur; alors l'eau restant à son niveau à-peu-près dans un huitième de la longueur de la caisse, y dépose un sable plus pesant que celui qui est sorti, plus léger que ceux qui se sont déposés pendant que l'eau courait sur le fond incliné. L'on fait alors tomber de nouveau quelques pelletées de sable dans la caisse. Toute cette manipulation se répétant toujours de même, chaque fois que l'on fait tomber de nouveau du minerai dans la caisse, je ne m'y arrêterai pas davantage.

2°. Au bout d'une demi-heure au plus, la caisse *A* se trouve remplie de sable, et l'on a laissé écouler toute l'eau qui l'a déposé. Alors on marque sur le sable les trois divisions que j'indique *pl. II, fig. 16*, par des nombres qui expriment en décimètres la longueur que l'on donne à chacune d'elles; je suivrai cette méthode pour toute la suite du travail; la place désignée par *A'* indique la division de sable qui doit être travaillée pour donner le *graben schlich*; cette division s'appelle *oberstich*, la suivante *mittelstich*, la troisième *unterstich*; (le bocard est placé du côté où se voit la lettre *M*). La place désignée par la lettre *E*, est un dépôt pour le sable qui par la suite doit être retravaillé de manière à donner le *grobgewaschen*; la place *D* est un dépôt semblable pour le sable qui doit donner le *schwaenzel*; la place *K* est destinée à recevoir le sable plus riche qui doit, par un travail ultérieur dans les caisses à tombeau, donner un *schwaenzel* de meilleure qualité.

Détails  
de manipu-  
lation.

Explica-  
tion des let-  
tres em-  
ployées sur  
la *fig. 16*,  
*pl. II.*

Suite du  
travail du  
*graben  
schlich.*

1°. La caisse *A* étant remplie de sable par le procédé que j'ai décrit, on jette 16 en *E*, *A* en *B*, et 1,5 en *D*.

2°. On travaille ce qui se trouve alors en *B*, comme il a été dit ci-dessus, et lorsque la caisse est remplie de sable lavé, on fait les divisions marquées première fois sur la caisse *B*; on rejette *B'* en *B*, pour recommencer le même lavage; 4 en *D* et 12 en *E*.

3°. Le second travail dans la caisse *B* étant terminé, on marque sur le sable les divisions indiquées dans la bande marquée seconde fois; on jette 10 en *E*, *b* en *C*, et 7 en *D*.

4°. On travaille ce qui est en *C*, comme on a fait précédemment en *A* et en *B*, puis on fait les divisions marquées à la caisse première fois; on jette *C'* en *C* seconde fois, et 8 en *E*; mais ici, au lieu de jeter dans le dépôt *D* le grain destiné à donner le *schwaenzel*, on le jette dans le dépôt *K*.

5°. On travaille *C* seconde fois, à l'ordinaire, et on forme les divisions *c'* et 18. On jette *c'* en *C* troisième fois, et ainsi de suite. Ce dernier travail se répète au plus trois fois dans la caisse *C* pour la manipulation d'été; mais dans l'hiver, c'est-à-dire, quand on lave les résidus de l'été dits *after*, elle se répète jusqu'à six fois, en un mot, jusqu'à ce que la division supérieure de la caisse *C* soit admissible pour de bon *graben schlich*.

Chaque fois que l'on vide une des caisses *A* ou *B*, on met à part les deux ou trois premières pelletées de sable que l'on tire de la partie supérieure de la caisse; quand on en a rassemblé assez dans un dépôt particulier pour faire une

caisse de sable lavée, on le travaille comme ci-dessus. Le *graben schlich* qui en résulte est de meilleure qualité. (Ce dépôt s'appelle *korner forrath*).

Dans les derniers lavages sur la caisse *C*, la division inférieure marquée 18, donne un sable propre à faire le *schwaenzel*, sans faire de division pour le *grobewaschen*, comme auparavant.

6°. Toute cette opération, telle que je viens de la décrire, dure une heure et demie; le travail est monté de manière que l'on manipule presque sans interruption, et toujours de même dans chaque caisse particulière. La manipulation dans la caisse *A* dure à-peu-près aussi long-tems que les deux manipulations dans la caisse *B*, d'où il suit que ces deux caisses peuvent toujours travailler ensemble; quant à la caisse *C*, on attend, pour y commencer le travail, que l'on puisse y réunir les produits de plusieurs opérations successives de la caisse *A* et de la caisse *B*. Dans l'intervalle, l'ouvrier de la caisse *C* aide ceux des autres caisses; par cette disposition, on obtient de la caisse *C* un *schlich* plus uniforme et avec moins de déchet que si l'on y opérât toujours sur le produit isolé d'une opération de la caisse *A*, et de deux opérations de la caisse *B*.

On travaille, comme il vient d'être dit, mais séparément, les sables du *reich gerenne*, ceux du *schuss gerenne*, et ceux qui ont été désignés plus haut sous les noms de *fein schlemm korn* et *rosches schlemm korn*, ceux mis en réserve lors du premier lavage, sous le nom de *korner forrath*, et ceux qui proviennent du

Diverses  
sortes de sa-  
bles qui su-  
bissent la  
manipula-  
tion décri-  
te, dans  
les caisses à  
tombeau.

criblage par dépôt, *klein setzwerk* et *grobes setzwerk*.

De cette manière, il résulte des mêmes minerais plusieurs espèces de *graben schlich* différentes de richesse et de grosseur, et tout est mis à profit.

Travail du  
schwaen-  
zel. V. fig.  
7, pl. II.

Le travail du schlich dit *schwaenzel* s'exécute d'une manière analogue, mais séparément; il n'exige que l'emploi de deux des trois caisses employées pour la confection du *graben schlich*. Je le décrirai de même à l'aide de la fig. 17 I, pl. II.

1°. On travaille dans la caisse *C* le dépôt *K*, et l'on fait les divisions *C'*, 14, 4 sur le sable.

2°. On jette *C'* en *B*, 14 en *E*, 4 en *K*; on travaille à l'ordinaire dans la caisse *B*, et l'on y fait les divisions *B'*, 12, 5.

3°. On rejette *B'* en *B* sur la même caisse, 12 en *E* et 5 en *K*; après un nouveau travail, on forme les divisions *b'*, 7, 10.

4°. On jette *b'* en *C*, seconde fois, 7 en *E*, 10 en *K*, et après avoir travaillé dans la caisse *C* à l'ordinaire, on n'y forme plus que les deux divisions *C''* et 18.

5°. On jette toute la division 18 en *K*, l'on remet *C''* en *C* troisième fois, et après un nouveau travail en tout semblable au précédent, on fait les divisions indiquées *C'''* et 16.

6°. On jette 16 en *E*; *C'''* est le *schwaenzel* achevé.

On pourrait regarder comme minutieuse l'exactitude que j'ai cherché à introduire dans la description de ces divers travaux qui sont tous exécutés par des enfans; mais je puis assurer qu'ayant mesuré un grand nombre de fois la longueur des divisions formées sur le sable

dans les différentes manipulations successives, je les ai toujours trouvées, à très-peu de chose près, telles que je les rapporte; de plus, si un garçon de bocard peu exercé s'écarte de ces dimensions, le chef de l'atelier, qui est toujours un homme expérimenté, refait lui-même les divisions sur le sable, et les refait constamment suivant les mesures énoncées ci-dessus. L'on peut donc regarder ces mesures comme celles que l'expérience a fait reconnaître pour les plus avantageuses dans le traitement des sables provenans des minerais du Hartz, et les rapports qui existent entre elles peuvent servir de guides pour traiter d'une manière analogue d'autres minerais quelconques, dont on pourra d'ailleurs comparer les gangues avec celles du Hartz, d'après les faits que j'ai rapportés ci-dessus.

Dans la préparation du *schwaenzel*, la continuité du travail n'est pas nécessaire, parce qu'ordinairement on prépare ce schlich à mesure que l'on a un dépôt suffisant des sables mis à part, pour cet objet, pendant le travail du *graben schlich*. D'ailleurs, quand un ouvrier n'a rien à faire dans sa caisse, il s'occupe aux travaux accessoires de la manipulation, jusqu'à ce que l'ouvrier qui travaille dans la caisse voisine lui ait fourni de quoi faire sa manipulation particulière.

De même que le dépôt *K* se traite dans les caisses *C* et *B*, comme je l'ai décrit; on travaille le dépôt *D* dans les caisses *A* et *B* qui en sont voisines; il résulte de celui-ci un *schwaenzel* de qualité inférieure; les deux opérations ont lieu séparément.

Détails de  
manipula-  
tion.

Les manipulations que je viens de décrire ; sont celles qui conviennent aux sables provenant en général des fragmens de minerai désignés par le nom de *pocherz* ; mais elles sont un peu modifiées lorsque l'on bocarde du *schaererz* ; 1°. alors les conduits qui reçoivent ordinairement les sables et les eaux au sortir de l'auge du bocard sont fermés ; on place un crible horizontal en *F* devant le conduit *S*, *pl. III*, conduit qui s'appelle *schaererzschossgerenne* ; 2°. ce qui reste sur ce crible retourne au bocard (après avoir passé au crible par dépôt qui en retire les *greupel*) ; 3°. ce qui se dépose dans le conduit *S* est traité dans les caisses à tombeau à l'ordinaire, avec cette seule différence que si le sable (dit *schaererzschlemmkorn*) paraît riche, on met à part la division inférieure qui se forme dans le premier travail des caisses à tombeau, et on la renvoie au bocard ; le reste de l'opération se continue à l'ordinaire ; 4°. enfin, ce qui se dépose dans les réservoirs *w*, situés au-delà du conduit *S*, est un *schlich* tout fait que l'on livre à l'usine comme *untergerenne schlich* et comme *schlamm schlich*, sans préparation ultérieure. Voyez *pl. III*.

Je passe au travail du *schlich*, connu sous le nom de *grobgewaschen*.

Il s'exécute avec les sables du dépôt *E* sur la table à toiles *P*, dont on voit les plans et coupes, *pl. III*.

Suivant l'ancienne méthode,

1°. On porte quelques pelletées du dépôt *E* sur la partie supérieure de la table *P* qui est inclinée, et couverte transversalement par dix

toiles égales qui se font suite sur toute sa longueur.

2°. On agite dans le courant d'eau le sable transporté sur la caisse.

3°. On laisse couler l'eau librement sur les toiles ; ce qu'elle entraîne au-delà de la table se dépose dans des conduits particuliers : c'est l'*after* dont il a été question plus haut.

4°. On enlève les toiles et on les ploie en quatre sur la table, ensuite on les transporte séparément dans trois caisses remplies d'eau, où on les lave pour qu'elles déposent le *schlich* dont elles sont couvertes. Les cinq premières toiles du haut de la table donnent le *grobgewaschen fini* ; la sixième et la septième donnent le *grobgewascher impur*, dit *unreine gr. g. schlich* ; les trois dernières donnent le *grobgewaschen ébauché* que l'on appelle *unterfass*. Chacun de ces produits a sa caisse particulière. Lorsque les provisions sont suffisantes, pour donner lieu à une opération, l'*unreine* et l'*unterfass* sont travaillés de nouveau sur une table à toiles, mais séparément ; il en résulte encore *grobgewaschen*, *unreine* et *unterfass* ; de cette manière, le travail est toujours en activité, et même, à proprement parler, il n'est jamais fini, parce qu'une nouvelle opération ajoute sans cesse ses produits à ceux des opérations précédentes.

Dans les anciens ateliers du Hartz, deux tables à toiles telles que la table *P* de la *pl. III*, sont destinées à la partie du travail que je viens de décrire ; sur deux autres tables semblables, on traite absolument de même les sables du conduit dit *untergerenne*, alors l'on obtient

Traitem-  
ment parti-  
culier des  
minerais  
dits *schaer-  
erz*.

Manipula-  
tion sur les  
tables à toi-  
les, ou tra-  
vail du  
*schlich* dit  
*grobgewas-  
chen*.

Détails  
de manipu-  
lation.

Travail du  
*schlich* dit  
dit *unterge-  
renne*.

sur les cinq premières toiles d'en haut le *schlich* dit *untergerenne* ; sur la sixième et la septième le *unreine schlich* , et sur les trois autres l'*unterfass* ; le travail se continue, pour cette espèce de *schlich* , absolument de même que pour le *grobgewaschen*. Enfin , sur deux autres tables à toiles semblables aux quatre premières , on travaille les vases du labyrinthe (*schlammgerenne*) d'où l'on obtient le *schlamm schlich* sur les cinq premières toiles , *unreine schlich* sur la sixième et la septième , *unterfass* sur les trois autres , et le travail se continue comme il a été dit pour le *grobgewaschen*.

Travail du  
*schlich* dit  
*schlamm*  
*schlich*.

Vices de  
l'ancienne  
méthode.

Cette ancienne méthode est très-vicieuse pour la préparation des *schlichs* dits *untergerenne* et *schlamm schlich* ; sans entrer encore dans de plus grands détails à cet égard , on sentira que des vases à particules extrêmement ténues , ne sont pas de nature à être traitées comme des sables à *grobgewaschen* , où la gangue et le minéral se montrent en grains bien prononcés et faciles à distinguer. Les ouvriers ont vanté et vantent encore quelquefois la méthode des tables à toiles , parce qu'elle procure beaucoup de *schlich* ; mais ce *schlich* est ordinairement fort impur quand il est fin , attendu que les fils et les aspérités de la toile ne permettent pas à des grains de gangue qui sont extrêmement fins de se séparer , par leur pesanteur spécifique , des grains de minéral qui , dans le *schlamm schlich* , sont souvent imperceptibles à l'œil. Je prouverai plus bas que cette méthode lente et incommode est extrêmement désavantageuse sous le rapport de l'économie. Quelques ateliers sont disposés , suivant une *méthode intermédiaire* ,

Méthode  
intermé-  
diaire.

*médiaire* , entre l'ancienne méthode et l'ancienne corrigée ; dans ces ateliers , on fait le *schlamm schlich* sur les tables à balais : j'en parlerai plus tard.

## 2°. Ancienne méthode corrigée.

On a introduit dans l'ancienne méthode les plus heureux changemens par la méthode actuelle que j'ai désignée plus haut sous le nom de *méthode ancienne corrigée*. Je vais donner quelques détails à cet égard , en renvoyant au dessin , *planche III* , que je présente comme un exemple d'un fort bon atelier de bocard , suivant l'ancienne méthode corrigée. Il a déjà servi à expliquer le travail de l'ancienne méthode , parce que jusqu'à la préparation du *grobgewaschen* , il n'y a aucune différence entre les deux méthodes , si ce n'est que dans la méthode corrigée , les dimensions des conduits , au sortir du bocard , sont mieux calculées , ainsi que tout ce qui doit opérer une bonne séparation des divers sables qui sortent du bocard ; j'ai indiqué ces circonstances telles qu'elles sont dans l'ancienne méthode corrigée , quoique je décrivisse l'ancienne. Les dimensions rapportées plus haut à cet égard , sont prises au bocard n°. 1 , près de Clausthal , et elles s'accordent avec celles de la *pl. III* , qui présente le dessin d'un autre bon atelier , tel que j'en ai vu construire plusieurs pendant mon séjour au Hartz.

Dans l'ancienne méthode corrigée , il ne reste qu'une table à toiles *P* , sur laquelle on fait le *grobgewaschen* , et les cinq autres sont remplacées

Travail du  
grobgewas-  
chen.

par cinq tables inclinées à balai (*kehrherden*). Le lavage du grobgewaschen s'exécute à-peu-près comme dans l'opération qui a été décrite ; seulement , au lieu de porter le minerai à la pelle sur la partie supérieure de la table à toiles et de l'agiter , on le jette dans le conduit incliné *K* , où passe un courant d'eau rapide ; dans ce conduit sont des gradins sur lesquels il se dépose encore un peu de sable , que l'on travaille séparément pour en faire dans le travail d'hiver du *schwaenzel* , et dans le travail d'été , du *graben schlich*. Ce qui parvient jusqu'à la table à toiles donne sur les cinq premières toiles du *grobgewaschen* fini , et sur les cinq dernières un résidu nommé *unterfass* , que l'on retravaille en *grobgewaschen* , comme il a été dit plus haut , sans faire ce qu'on appelle dans l'ancienne méthode *unreine schlich*.

Manipu-  
lation sur  
les tables  
inclinées  
dites *kehr-  
herde*.

Sur deux des tables à balai *M* et *N* , on travaille les sables du conduit dit *untergerenne* ; sur les trois autres *R* , *T* , *V* , on travaille les vases du conduit dit *schlamm gerenne* : suit la manipulation.

Travail  
du schlich  
dit *unterge-  
renne*.

1°. Les sables apportés des conduits dans les caisses *O* , y sont continuellement agités par un patouillet.

2°. A la partie supérieure de chaque table passent deux conduits séparés ; l'un apporte les eaux bourbeuses sur la table inclinée , et l'autre de l'eau pure , suivant que l'on ouvre la pale qui correspond à l'un ou à l'autre. Il faut remarquer que les conduits *v* des eaux bourbeuses s'ouvrent au-dessus des tablettes *X* , et les

conduits de l'eau pure sous ces mêmes tablettes ; ainsi l'eau pure peut se répandre uniformément sur la table par l'espace vide qui se trouve entre la tablette dite *happenbrett* et la table.

3°. Au point *U* , (à-peu-près  $\frac{1}{2}$  de la table , à compter de la partie supérieure) est une fente transversale couverte d'une porte à charnières qui s'ouvre en dehors. L'on peut à volonté y faire entrer l'eau répandue sur la table , en levant le cuir qui couvre la porte et ouvrant celle-ci , ou bien laisser passer cette eau librement par-dessus le cuir et par-dessus la porte fermée. Il en est de même d'une ouverture placée au-dessus du réservoir *W*.

4°. On fait arriver l'eau bourbeuse sur la table , et on la laisse couler librement , pendant ce tems , l'ouvrier facilite avec un râteau ou un râteau la séparation du schlich et des gangues ; l'eau entraîne celle-ci au loin , tandis que le schlich reste sur la table ; ainsi les parties les plus légères se rendent dans le conduit de rebut situé en *D'* tout au bout de la table ; lorsque la séparation s'est rendue bien sensible à l'œil , on fait arriver l'eau pure pour rincer la table ; aussitôt on ouvre le conduit de l'*unterfass W* , et l'on balaie fortement la table depuis *U* jusqu'en *W* , ensuite on balaie de même la table depuis le haut jusqu'en *U* , ce qui fait tomber le schlich dit *untergerenne* dans le conduit destiné à le recevoir. L'*unterfass* et le rebut se travaillent de même séparément , et il en résulte encore *untergerenne* et *unterfass* , ainsi de suite. Quand on veut retirer les *schlichs* de leurs conduits pour les livrer à l'usine , on en-

lève la planche large environ d'un pied, qui tient à la petite porte à charnières sur laquelle ils se rendent dans les conduits, etc.

Travail de  
schlich dit  
schlamm  
schlich.

Le travail s'exécute absolument de même sur les tables inclinées qui sont destinées au lavage des sables du labyrinthe *schlamm gerenne*. On y obtient dans la case *U' schlamm schlich*, dans la case *W' untefass*, que l'on retravaille en *schlamm schlich*, et enfin rebut qui se rend dans les réservoirs extérieurs.

Dans quelques ateliers du Hartz, il y a sur les tables inclinées, environ un pied et demi avant la fente inférieure destinée à recevoir l'*unterfass*, une autre fente dans laquelle on reçoit ce qui s'est déposé depuis *U* jusqu'à cette ligne, et cela va remplir une nouvelle division dite *unreine schlich forrath*, d'où il résulte que l'*unterfass* ne reçoit que ce qui s'est déposé depuis la fente de l'*unreine schlich*, jusqu'à la fente de l'*unterfass*; mais dans les plus nouvelles constructions perfectionnées par l'expérience, on a renoncé à cette disposition, et l'on ne fait sur les tables inclinées que les fentes qui correspondent aux réservoirs *U* et *V* avec le réservoir inférieur pour le rebut.

Ordinairement les tables inclinées ont les dimensions désignées au dessin, environ 20 pieds de longueur; mais depuis quelque tems on a construit à Andreasberg des tables inclinées de 40 pieds de long, qui sont extrêmement avantageuses pour le traitement des sables pauvres, en *untergerenne* et en *schlamm schlich*.

Comparai-  
son des ta-  
bles à toiles

Je vais présenter à cet égard les principaux résultats d'une expérience qui a été faite en

grand aux ateliers du Hartz, et dont j'ai entre les mains tous les détails.

et des lon-  
gues tables  
inclinées à  
balais.

1°. On a mêlé 200 quintaux de sables fins retirés, partie du conduit dit *untergerenne*, partie du labyrinthe *schlamm gerenne*; sur les 200 quintaux, l'*untergerenne* en avait fourni 112, et le *schlamm gerenne* 88. Le minerai provenait de la mine dite *grade gottes*, près Andreasberg. L'expérience a eu lieu en 1799.

2°. Cent quintaux ont été travaillés à l'ordinaire sur des tables à toile, suivant l'ancienne méthode, et 100 quintaux sur deux tables inclinées, de 40 pieds de long et de 4 pieds et demi de large.

3°. Sur les tables à toile, le travail total des 100 quintaux a duré 46 heures 5 minutes; sur les tables inclinées il a duré 62 heures et demie.

4°. On a analysé et traité en grand à la fonderie d'Andreasberg les schlichs (*untergerenne* et *schlamm schlich*), qui ont résulté de l'une et l'autre des opérations faites comparative-ment, et l'on a porté dans un compte exact, que j'ai sous les yeux, d'une part toutes les dépenses occasionnées, tant au bocard qu'à la fonderie par les schlichs obtenus de chacune des manipulations, et de l'autre toutes les recettes résultantes du fondage, et des autres opérations métallurgiques exécutées séparément sur ces mêmes schlichs.

De ce compte détaillé qui est trop volumineux pour trouver place ici, il résulte qu'on peut regarder comme certains les faits suivans:

Résultats d'une expérience comparative faite à cet égard au Hartz.

1°. Pour l'opération sur les tables à toile, un *rost* (ou 30 quintaux) de schlich dit *untergerenne*, a occasionné, tant au bocard qu'à la fonderie, une dépense totale de 40 florins 18<sup>m. gros</sup> 7<sup>pf.</sup>. Il s'agit ici de florins de 20 gros, suivant l'usage établi dans la comptabilité des bocards; et le *rost*, après parfaite préparation des métaux, a occasionné une recette de 83<sup>flor.</sup> 5<sup>m. g.</sup> 4<sup>pf.</sup>. Pour ces mêmes tables, un *rost* de *schlamm schlich* a occasionné, tout compris, une dépense de 43<sup>flor.</sup> 10<sup>m. g.</sup> 10<sup>pf.</sup>, et une recette de 49<sup>flor.</sup> 15<sup>m. g.</sup> 5<sup>pf.</sup>.

2°. Pour l'opération sur les grandes tables inclinées; un *rost* du schlich dit *untergerenne* qu'elles ont procuré, a occasionné une dépense totale de 57<sup>flor.</sup> 6<sup>m. g.</sup> 6<sup>pf.</sup>, et une recette définitive de 247<sup>flor.</sup> 1<sup>m. g.</sup> 1<sup>pf.</sup>.

Pour ces mêmes tables, un *rost* de leur *schlamm schlich* a occasionné une dépense totale de 53<sup>flor.</sup> 18<sup>m. g.</sup> 1<sup>pf.</sup>, et une recette définitive de 192<sup>flor.</sup> 3<sup>m. g.</sup> 3<sup>pf.</sup>.

On voit par ces résultats que les produits bruts des tables à toile et des tables à balai, sont dans les rapports suivans.

Produit brut pour un *rost* provenant du schlich dit :

|                                                                       | <i>Untergerenne.</i>                                           | <i>Schlamm schlich.</i>                                                |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Sur les tables à toiles. . . . .                                      | 30 florins 6 <sup>m. g.</sup> 9 <sup>pf.</sup> $\frac{7}{4}$ . | 6 <sup>flor.</sup> 4 <sup>m. g.</sup> 7 <sup>pf.</sup> $\frac{7}{2}$ . |
| Sur les tables inclinées (à balais) de 40 pieds de long, etc. . . . . | 189 <sup>flor.</sup> 14 <sup>m. g.</sup> 7                     | 138 <sup>flor.</sup> 5 <sup>m. g.</sup> 2 $\frac{3}{2}$ .              |

Il résulte de cette même expérience, que si l'on considère (proportionnellement aux quantités de sables fins employées) quel est le produit d'un *treiben* ou 40 tonnes de minerai, on peut former le tableau suivant.

Produit brut provenant des schlichs dits :

|                                                                                                         | <i>Untergerenne.</i>                                    | <i>Schlamm schlich.</i>                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Pour 40 tonnes de minerai lavé sur. . . . .<br>Tables (à balais) inclinées de 40 pieds de long. . . . . | 58 <sup>flor.</sup> 10 <sup>m. g.</sup>                 | 55 <sup>flor.</sup> 4 <sup>m. g.</sup> |
| Tables à toiles. . . . .                                                                                | 32 <sup>flor.</sup> 8 <sup>m. g.</sup> 3 <sup>pf.</sup> | 8 <sup>flor.</sup> 3 <sup>m. g.</sup>  |

Ainsi, l'on ne peut nier que le travail ne soit beaucoup plus avantageux sur les tables inclinées à balai; dans l'expérience que je viens de rapporter, l'avantage des tables inclinées sur les tables à toiles, est représenté par une somme en plus de 26<sup>florins.</sup> <sup>m. g.</sup> 7<sup>pf.</sup> pour le travail du schlich dit *untergerenne*, et par une somme en plus de 47<sup>flor.</sup> 1<sup>m. g.</sup> pour le travail du *schlamm schlich*. On remarquera aussi que le seul avantage des tables à toiles est ici la promptitude du travail; mais cet avantage n'est que spécieux, et il s'évanouit totalement dans les calculs comparatifs de recette et de dépense faits pour les deux méthodes.

Je n'ajouterai, au sujet des ateliers de l'ancienne méthode perfectionnée, que quelques mots sur la manière dont les rebuts des diffé-



rentes opérations sont mis à profit sur le produit et sur les frais.

Manière dont les rebuts destravaux sont mis à profit dans l'ancienne méthode corrigée.

1°. Le rebut des caisses à tombeau *A, B, C*, est travaillé sur les tables inclinées, et donne du *schlich* dit *untergerenne*.

2°. Le rebut de table à toiles donne l'*after*, que l'on porte hors de l'atelier, où il est mis en réserve pour le travail de l'hiver.

3°. Le rebut des tables inclinées à balais se rend dans les réservoirs de dépôt, et au bout d'un certain tems, on le travaille de nouveau sur les tables inclinées où il donne du *schlamm schlich*.

4°. Les rebuts qui vont se déposer hors de l'atelier, sont repassés de même sur les tables inclinées.

Le nombre des ouvriers nécessaires pour le service d'un atelier de l'ancienne méthode perfectionnée, tel que celui de la *pl. III*, est :

Nombre d'ouvriers nécessaires pour l'atelier.  
*Pl. III.*

|                                            |   |                                         |
|--------------------------------------------|---|-----------------------------------------|
| Pour le bocard. . . . .                    | 1 | le jour et 1 la nuit.                   |
| — les 3 caisses à tombeau. . . . .         | 4 | Ce sont des enfans de dix à quinze ans. |
| — la table à toiles. . . . .               | 1 |                                         |
| — les 5 tables inclinées à balais. . . . . | 7 |                                         |

L'inspection de l'atelier est confiée à un homme expérimenté (*pochsteiger*).

Prix de main-d'œuvre.

Le prix total de main-d'œuvre par semaine se monte ordinairement à 15 ou 16 florins de 20 gros.

Frais de construction de l'atelier suivant l'ancienne méthode corrigée.

L'établissement d'un tel atelier coûte actuellement (1804) au Hartz de 2000 à 2400 florins de 22 gros, tout compris.

On peut y réduire en *schlich*, par semaine, 200 tonnes de minerai, chacun du poids de 4 à 5 quintaux; il en résulte ordinairement :

|                                                                                       |   |                              |                      |                                                               |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
| Aperçu du produit en <i>schlich</i> de 200 tonnes de minerai <i>pocherz</i> . . . . . | { | <i>Graben schlich</i> . . .  | 10 <sup>quint.</sup> | } Plus, les résidus ou rebuts qui sont travaillés de nouveau. | Produit destravaux. |
|                                                                                       |   | <i>Schwaenzel</i> . . .      | 8                    |                                                               |                     |
|                                                                                       |   | <i>Grobgewaschen</i> . . .   | 1                    |                                                               |                     |
|                                                                                       |   | <i>Untergerenne</i> . . .    | 7                    |                                                               |                     |
|                                                                                       |   | <i>Schlamm schlich</i> . . . | 7                    |                                                               |                     |

Par semaine environ. 33<sup>quint.</sup>

Le Hartz possède 48 ateliers de bocardage qui se rapportent (pour la plupart), quant aux dispositions générales, à celui que j'ai présenté *pl. III*, savoir :

|                    |   |                  |                                   |
|--------------------|---|------------------|-----------------------------------|
| Pour les mines de. | { | Clausthal. . .   | 25 ateliers de bocardage à l'eau. |
|                    |   | Zellerfeld. . .  | 17                                |
|                    |   | Lauterberg. . .  | 1                                 |
|                    |   | Andreasberg. . . | 5                                 |

Il y a outre cela près de chaque usine les bocards à sec. *Bocards à sec.* *schlich* dont j'ai parlé plus haut. Celle-ci est une opération trop simple pour avoir besoin d'être décrite; elle exige seulement que l'on ait le soin de jeter de tems en tems de l'eau sur la poussière du *stufferz*, sans quoi l'on éprouverait des pertes considérables. Dans les bocards à sec, il n'y a point d'auge proprement dite, ou du moins elle n'est fermée que d'un côté.

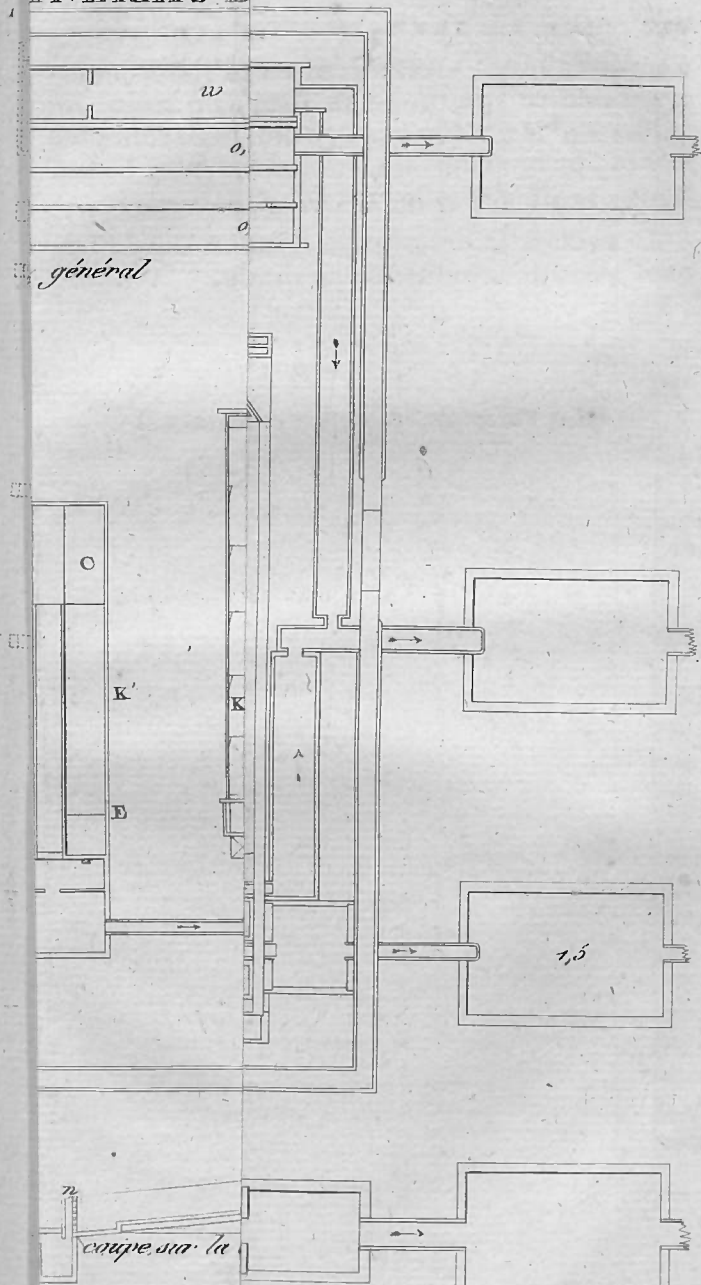
J'ai décrit plus haut le travail que l'on fait subir aux minerais pendant l'été, pour les réduire en *schlich*; le travail que l'on fait subir

Travail  
des rebuts  
dits *after*.

pendant l'hiver aux *asters* en diffère seulement, en ce que pendant l'été, on traite les sables à plus grande eau, parce qu'ils sont plus riches, et le crible du bocard est plus lâche. Voyez la *pl. III* et les détails ci-dessus.

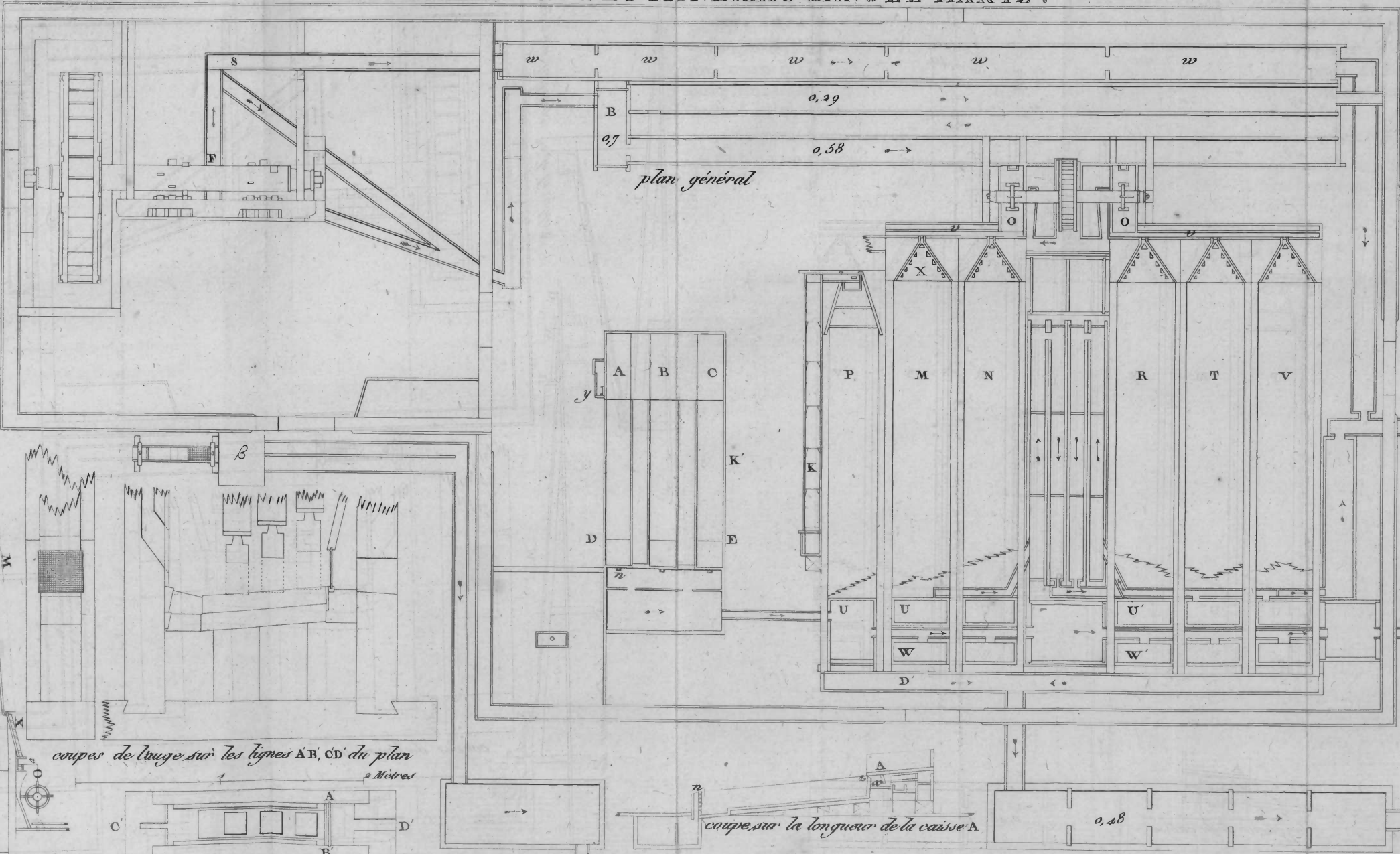
Je passe à la description d'un atelier de bocard suivant la nouvelle méthode.

(La suite au Numéro prochain.)



coupe sur la longueur de la table P

coupe sur la longueur de la table M



coupes de lauge sur les lignes AB, CD du plan

plan de lauge du bocard

coupe sur la longueur de la caisse A

Journal des Mines n.º 98 Brumaire An XIII.

Echelle du plan général. Mètres.

Gravé par N. L. Rousseau

## M É M O I R E

*Sur les Mines de fer et sur les Forges du  
Département du Mont-Blanc.*

Par H. LELIVEC, Ingénieur des mines, pour les Départemens  
du Mont-Blanc et du Léman.

## C H A P I T R E P R E M I E R.

## M I N E S D E F E R.

*§. A. Mines de fer spathique en exploitation.**1°. Mines de fer de St-Georges-d'Heurtières.*

LA plupart des fonderies du département du Mont-Blanc sont alimentées par les mines de fer de Saint-Georges-d'Heurtières, les plus importantes de cette contrée, tant par l'abondance, que par la bonne qualité de leur minerai.

Le filon principal, dirigé de l'Est-sud-est à l'Ouest-nord-ouest, incline de 30 à 40 degrés vers le Sud, c'est-à-dire, dans le sens de la pente extérieure de la montagne. Sa puissance varie de 2 à 12 mètres; sur une épaisseur aussi considérable il donne assez constamment du minerai presque pur et qui n'est guère mélangé que de quartz blanc. C'est du fer spathique à petites écailles brillantes et ondées, gris jaunâtre, brunissant à l'air, rendant par terme

Inclinaison, direction, et puissance du filon principal.

Nature du minerai.

moyen 33 pour  $\frac{2}{3}$  à la fonte en grand. Le minerai qui se trouve dans le voisinage des crevasses, lesquelles donnent accès à l'air et à l'humidité, est d'un brun foncé; cette variété, très-difficile à fondre, est susceptible d'être convertie immédiatement en fer, et les forgerons en mêlent souvent à la gueuse qu'ils affinent.

Nature de  
la monta-  
gne.

La montagne des Heurtières est généralement composée de schiste quartz micacé grisâtre, souvent contourné : on y voit des feuillettes de mica gris alterner avec des feuillettes de quartz et de feld-spath blanc. On n'observe aucune régularité dans la disposition des couches de cette montagne, *qui paraît composée de pièces détachées*, dit M. de Saussure, *comme si elle avait été brisée ou froissée par un mouvement violent.*

Étendue  
des tra-  
vaux.

Le filon de Saint-Georges est exploité depuis près de trois siècles, et peut-être l'était-il antérieurement. L'œil mesure avec effroi l'étendue de l'excavation dite la *grande fosse*, laquelle se prolonge, sans pilier ni étai, sur une hauteur de 120 mètres, sur près de 200 mètres de longueur, et sur toute l'épaisseur du filon, qui est en cet endroit de 8 à 12 mètres, ce qui forme un vide d'environ 240000 mètres cubes. Les mineurs qui travaillent au haut de cette excavation, s'y tiennent suspendus au-dessus du précipice, à l'aide de morceaux de fer implantés de loin en loin dans le roc; ils sont tellement familiarisés avec ce danger, qu'à peine y pensent-ils; les accidens sont même très-rare. On jette les déblais dans de vieux travaux qui s'étendent encore 300 mètres plus bas, jusqu'au niveau de l'endroit dit *les terriers*, où sont les

magasins de mine grillée. On n'a pas exploité au-dessous, quoique tout porte à croire que le filon s'y prolonge encore.

Les habitans de la Commune de St-Georges s'attribuent le droit exclusif d'attaquer la montagne, partout où elle ne l'est pas déjà. Lorsqu'ils tiennent le minerai, ils le suivent à l'aventure jusqu'à ce que d'autres mineurs les rencontrent. Ils reviennent alors sur leurs pas, et travaillent dans un autre sens, soit en montant, soit en descendant. L'exploitation d'un filon est regardée comme une prise de possession, et cette singulière propriété, qui se vend et se transmet par héritage, donne lieu à des contestations interminables, souvent suivies de rixes sanglantes.

Cet état de choses est très-contraire à l'intérêt général. En effet, il n'y a aucun accord pour la direction des travaux entre les extracteurs : ceux-ci, la plupart très-pauvres, et dénués de toute connaissance, ne sont guidés que par l'intérêt du moment; le moindre accident les décourage; et pour peu que le filon devienne moins puissant ou moins riche, ils abandonnent leurs travaux peut-être au moment où ils allaient devenir le plus productifs, et vont se reporter plus loin. Il reste ainsi entre les diverses attaques des massifs considérables de minerai qui sont perdus pour toujours, vu qu'on n'aura pas de plans des travaux pour se guider dans leur recherche, à travers les déblais dont ils sont cernés.

On arrive dans les travaux par des galeries basses et étroites, plongeant à la rencontre du

filon dans l'intérieur de la montagne, ensorte que nulle part on ne peut établir un roulage pour la sortie du minerai. L'extraction s'en fait péniblement à dos d'homme dans des hottes.

La circulation de l'air et l'écoulement des eaux s'établissent assez bien par les crevasses et ouvertures dont cette montagne est criblée. Le roc est assez solide pour qu'on n'étaye presque nulle part. On estime qu'un mineur travaillant sur le filon, abat par jour, à l'aide de la poudre, l'équivalent de 56 myriagrammes de minerai trié.

Grillage.

On grille le minerai sur du bois dans un fourneau ayant la forme d'un tronc de cône renversé, afin d'en dégager le soufre, et de le disposer à la fusion. On casse à coup de marteau le minerai grillé, et on le trié en morceaux de la grosseur d'une noix, qu'on amène sur des traîneaux jusqu'aux *terriers*. Il y a en cet endroit plusieurs enceintes séparées par de petits murs, où chacun dépose son minerai : quoique ces espèces de magasins soient ouverts et en plein air, il est presque sans exemple qu'il s'y commette le moindre vol, ce qui prouve dans les gens du pays plus de probité qu'on ne leur en attribue communément. Cependant si l'on y prend garde, ils mêlent à leur minerai de la gangue pilée, mais il est facile de reconnaître la fraude, et au moyen d'un simple lavage le quartz ne tarde pas à se décèler par sa couleur blanche. Les matières étrangères sont d'autant plus préjudiciables, qu'elles occasionnent gratuitement une consommation de charbon considérable, retardent la fusion du minerai, et produisent même souvent des engage-

Importance de ces deux opérations qui se font sans soin.

Triage.

mens dans le fourneau. Elles altèrent d'ailleurs la qualité de la gueuse.

Des *terriers* le minerai est transporté sur des traîneaux, dirigés chacun par un homme, jusqu'à un second entrepôt situé au pied de la montagne, vis à-vis le pont d'Argentine, on le transporte de là aux usines sur des charriots. On l'y conserve dans des encaissements rectangulaires circonscrits de murs, où l'on amène un courant d'eau qu'on divise en plusieurs filets. Sans doute que par ce moyen le fer sulfuré, si nuisible par son influence sur la qualité du fer, qu'il rend cassant à chaud, passe à l'état de sulfate, et est entraîné par l'eau, ainsi que la majeure partie des matières terreuses. Le minerai doit d'ailleurs s'oxyder, et devenir plus poreux. Au moins est-il certain que lorsqu'on l'a conservé ainsi pendant deux ou trois ans, il se fond avec la plus grande facilité, consomme moins de charbon, rend d'excellente gueuse, et en plus grande abondance, vu qu'il en reste moins dans les scories. Il facilite même la fusion du minerai récent.

Transport du minerai.

Amélioration du minerai par le contact de l'air et de l'humidité.

Pendant l'Hiver on compte dans ces mines jusqu'à 400 ouvriers, tant mineurs que manœuvres, traîneurs, casseurs et cuiseurs. En Été ce nombre est réduit à une cinquantaine ; les autres n'y travaillent que dans les intervalles des grands travaux de l'agriculture.

Nombre d'ouvriers.

Le myriagramme de minerai grillé et préparé, se paie sur place 0<sup>fr</sup>,20 ; il vaut 0<sup>fr</sup>,26 à l'entrepôt du pont d'Argentine. Son prix aux fonderies d'Aillons, Belleriaux, Tamié, Sainte-Hélène, Raudens, Argentine et Epierre,

Prix du minerai.

dépend de l'éloignement respectif de ces usines ; il varie de 0<sup>fr.</sup>,27 à 0<sup>fr.</sup>,42.

Qualité de l'extraction.

Il s'extrait annuellement 263770 myriagr. de minerai, ce qui répand dans les Communes de Saint-Georges et de Saint-Alban-des-Heurtières 68580 fr., sans cette ressource, ces deux Communes très-populeuses et peu fertiles, ne pourraient acquitter leurs contributions, ni nourrir leurs habitans.

L'exploitation de ces mines présente, comme on l'a déjà observé, plusieurs vices capitaux qu'il serait urgent de faire disparaître : à cet effet il conviendrait :

Mesures à prendre pour régulariser l'exploitation de ces mines.

1<sup>o</sup>. D'astreindre les extracteurs à exploiter régulièrement d'après le plan qui leur serait tracé par l'ingénieur des mines du Département, de manière à ce que les travaux actuels ne nuisissent pas à l'exploitation future.

2<sup>o</sup>. D'établir sur les lieux un maître mineur instruit qui pût les guider, faire exécuter les ordres de l'ingénieur, et veiller à ce que l'on apportât le plus grand soin au triage et au grillage, opérations importantes dont dépendent souvent le succès du fondage, et la plus ou moins bonne qualité de la gueuse.

3<sup>o</sup>. D'ouvrir, le plus bas possible, une galerie qui assécheraient toutes les mines, en améliorerait l'airage, servirait à l'extraction de leurs produits, et faciliterait l'exploitation de la portion encore intacte du filon qui se trouve au-dessous des *terriers*.

4<sup>o</sup>. De continuer jusqu'aux *terriers* le chemin à charriots commencé depuis la grande route qui se trouve deux heures de marche plus bas ; les charriots transporteraient alors

le

le minerai jusqu'aux usines, en remontant ils pourraient apporter le bois nécessaire au grillage, que l'on est obligé de tirer de la plaine. Il serait également avantageux de pratiquer des couloirs pour jeter le minerai des diverses fosses jusqu'aux *terriers*.

Ces mesures assureraient la conservation, actuellement très-incertaine, des mines de Saint-Georges, sur lesquelles sont fondées presque toutes les usines du Département ; elles occasionneraient une diminution dans le prix, et une amélioration dans la qualité du minerai, et par suite dans celle de la fonte et du fer, ce qui serait très-avantageux pour les arts et pour l'agriculture.

Avantages qui en résulteraient.

20. *Mines de fer spathique de Laprat.*

La fonderie de Laprat, comme du Frenais, est alimentée par des mines situées vers le sommet des montagnes qui dominant au Sud cet établissement. Le filon principal, large de 1 à 4 mètres, plonge légèrement vers l'intérieur de la montagne, composée de schiste quartzomiacé grisâtre. On en tire de la mine de fer spathique brune à larges écailles, rendant 40 à 45 pour  $\frac{2}{3}$  de gueuse, et susceptible d'être converti directement en fer. Ce minerai est mélangé de quartz laiteux et malheureusement encore de fer sulfuré et de cuivre pyriteux, qu'il est essentiel de séparer complètement. A cet effet on transporte le minerai brut à l'établissement, et après l'avoir trié avec le plus grand soin, on le grille dans un vaste fourneau, en tronc de cône renversé. On dispose au fond de ce fourneau un lit de gros bois, et par-dessus des lits

Gisement du filon.

Nature du minerai.

Soins qu'on apporte au grillage et triage.

alternatifs de menu charbon et de minerai, jusqu'à la concurrence de 6000 myriagr., dont le grillage est terminé en cinq ou six jours. Cette mine sur-tout gagne beaucoup à être gardée long-tems, et on la tient toujours humide. Au moyen de ces précautions, elle rend d'aussi bonne fonte que celle de Saint-Georges, tandis qu'autrefois, comme on n'avait pas les mêmes attentions, on n'en obtenait que du fer cassant à chaud.

Traineaux de peau de chèvre employés sur la neige.

Le transport du minerai des fosses à l'établissement qui en est à quatre heures de marche, se fait en hiver de la manière la plus économique sur des traîneaux d'une espèce particulière, et qui mérite d'être connue. Ce sont tout uniment des peaux de chèvre, le poil en dehors, dans chacune desquelles on enroule un sac de minerai. On en attache quatre ou cinq à la suite l'une de l'autre; un homme seul descend par ce moyen avec une rapidité prodigieuse 30 myriagrammes à la fois, en suivant une sorte de canal pratiqué à cet effet dans la neige.

Extraction et prix du minerai.

L'extraction annuelle est de 13800 myriagr. de minerai trié, revenant, rendu à la fonderie, sur le pied de 0<sup>fr.</sup>34 le myriagramme.

On peut travailler toute l'année à cette mine, quoique par son élévation elle soit presque toujours couverte de neige: c'est même en hiver que l'exploitation est poussée avec plus d'activité, la main-d'œuvre étant alors à plus bas prix, par la cessation des travaux agricoles. On emploie dans cette saison une quarantaine d'ouvriers. On a exploité un autre filon à une heure de l'établissement, mais on l'a abandonné, le

Nombre d'ouvriers.

minerai n'étant ni aussi bon ni aussi abondant.

### 3<sup>o</sup>. Mine de fer spathique des Fourneaux.

A trois quarts d'heure de marche dans la montagne au Sud du village de Fourneaux, Commune de Modane, on exploite depuis sept ou huit ans une mine de fer. On traite cette mine dans un emplacement qui avait été consacré jusqu'alors au traitement de mines de plomb argentifère qu'on trouve également aux environs. C'est une couche très-irrégulière de 0<sup>m.</sup>40 à 2<sup>m.</sup> de puissance, inclinée de 30 à 40 degrés vers le Sud, c'est-à-dire, vers l'intérieur de la montagne, comme les bancs de schiste quartzo-micacé qui l'encaissent. Elle a quelquefois des salbandes de glaise; le minerai s'y trouve tantôt pur, tantôt mélangé de quartz de fer sulfuré de chaux carbonatée ferrifère, etc. C'est de la mine de fer spathique, jaune ou brunâtre à grosses et à petites écailles, rendant 30 à 32 pour  $\frac{2}{100}$ . On trouve aussi une variété rougeâtre très-propre à être convertie immédiatement en fer par la méthode catalane.

Qualité du minerai.

La couche métallifère est déjà reconnue par son affleurement, sur une étendue d'environ 250 mètres, depuis l'attaque principale, jusqu'au ruisseau qui descend du *col de la roue*, et tout porte à croire qu'elle se prolonge encore beaucoup plus loin.

L'on extrait annuellement que 20000 myr. de minerai qui revient à 0<sup>fr.</sup>40 sur l'usine. Le transport s'en fait par des traîneaux en été, et dans des peaux de chèvre en hiver. Il y a sept ou huit mineurs employés à l'année; on en prend

Extraction et prix du minerai.

Nombre d'ouvriers.



quelques-uns de plus en hiver, et alors le nombre total d'ouvriers, en y joignant les traîneurs, s'élève à 38.

S. B. *Mines de fer spathique non exploitées.*

1°. Près Saint-Hugon on a exploité jadis à trois quarts d'heure des usines de Saint-Hugon, Commune d'Arvillard, des filons de mine de fer spathique brune; mais on les a abandonnés, parce que le minerai était trop mélangé de pyrites de fer et de cuivre. L'on n'emploie actuellement dans cet établissement que de la mine de fer d'Allevard, Département de l'Isère.

Plusieurs  
filons ex-  
ploités ja-  
dis.

2°. Dans la Commune de Notre-Dame du Pré, il existe un filon puissant de mine de fer spathique brune, à grandes écailles, rendant 40 à 45 pour  $\frac{2}{100}$ . On en suit l'affleurement, à quelques interruptions près, sur une étendue de 2 à 3 kilomètres, depuis le chef-lieu jusqu'au hameau des Champs. On n'y a fait que peu de recherches. Il y a quelques années qu'on essaya avec succès de traiter cette mine à la *catalane*; mais on n'obtint que du fer cassant, sans doute en raison de la pyrite dont la mine se trouve malheureusement mélangée, et qu'on pourrait faire partir en triant et en grillant avec soin.

Les forêts qui couvraient jadis les montagnes environnantes, étant totalement épuisées, on ne pourrait tirer aucun parti de ce minerai sur les lieux, mais il serait avantageux de le transporter à Tamié, où il reviendrait à beaucoup meilleur marché que le minerai de St.-Georges-d'Heurtières qu'on y emploie actuellement.

3°. Au Bourget-en-l'Huile il paraît qu'on a

fondu très-anciennement de la mine de fer spathique très-brune, qu'on tirait de divers endroits aux environs, et sur-tout des fosses dites de la *Richesse*, situées dans les montagnes à l'Est, à deux heures de marche. A une certaine profondeur le minerai de fer s'est trouvé tellement mélangé de plomb et de cuivre, que ces deux métaux ont fini par devenir l'objet unique d'une exploitation qui a été abandonnée et reprise à plusieurs fois, et qui n'est plus en activité depuis quelques années. On observe dans la même chaîne de montagnes, composée de schistes stéatiteux, plusieurs autres indices de mine de fer spathique; mais on n'y a fait que peu d'attention, les environs étant très-dégarnis de bois.

4°. On trouve dans la Commune de Salins, près Moutiers, une couche de fer spathique servant de gangue à du titane oxydé réticulaire et filiforme; mais d'après les essais qui en ont été faits au laboratoire de Moutiers, ce minerai ne contient que 18 pour  $\frac{2}{100}$  de fer métallique.

5°. On vient de trouver de la mine de fer spathique dans la Commune de Saint-Léger, sur le prolongement de la montagne des Heurtières où l'on connaît déjà les riches mines de Saint-Georges.

6°. M. Albanis de Beaumont indique deux mines de fer spathique d'un brun foncé, dans la Commune de Bonneval, près les sources de l'Arc; l'une au mont Cléaz, l'autre dans la montagne de la *Duis*, à l'endroit dit *le Creux des Allemands*.

§. C. *Mines de fer oligiste.*

1°. Au-dessus du roc salé d'*Arbonne*, à trois heures du bourg Saint-Maurice, on voit affleurer sur un schiste argileux grisâtre, un filon puissant de fer oligiste écaillé, mêlé de fer oxydé rouge, dont la puissance est de plusieurs mètres. L'aspérité du lieu, et l'épuisement des forêts voisines, s'opposent à ce qu'on puisse tirer parti de ce minerai, qui est aussi abondant que de bonne qualité.

2°. A la Ferrière, une heure à l'Est de Pralognan, on a exploité anciennement une mine de fer oligiste dont la gangue est calcaire. On voit encore, sur les bords du Doron, les ruines de la fonderie où on la traitait. Une épidémie contraignit, vers le commencement du dernier siècle, à abandonner cette mine, qui n'a pas été reprise depuis.

3°. Dans la montagne de Lavassaye, à une heure vers l'Est du Planais-de-Champagne, on trouve aussi du fer oligiste. Ce minerai est au surplus très-commun dans les montagnes schisteuses de l'arrondissement de Moutiers, et l'on pourrait en citer plusieurs autres gîtes.

M. Albanis de Beaumont indique encore un filon de fer oligiste au Piémontet, Commune de Saint-André.

§. D. *Mines de fer oxydé.*

1°. Dans la montagne dite *du prés de la Moutaz*, Commune d'Auteluce, au-dessus du quartier des Granges, même Commune, on observe dans un ravin l'affleurement d'un filon

de fer oxydé, gris ou brunâtre, magnétique, dissémine par rognons dans du fer oxydé terreux, brun noirâtre.

2°. Au haut de la montagne des *Enclaves*, même Commune, on peut suivre sur une longueur d'un kilomètre, dans la direction du Nord au Sud, l'affleurement d'un filon semblable, situé dans un roc calcaire jaunâtre; ces deux filons, quoiqu'offrant abondamment un minerai très-riche et susceptible de donner immédiatement du fer par la méthode catalane, ne seraient presque d'aucun intérêt, en raison de leur situation élevée, et de leur éloignement des forêts, si l'on ne trouvait assez près de là, dans la montagne du *Colombat*, une couche très-considérable de houille qui paraît assez bonne pour être appliquée au traitement de ces mines.

On trouve une mine de houille aux environs.

3°. Dans la montagne de Rognots, Commune de Beaufort, on trouve également une couche très-épaisse, renfermant des rognons de fer oxydé, d'un éclat métallique, disséminés dans du fer oxydé terreux brun foncé. Cette mine étant située à une très-grande élévation, au-dessus de la limite des forêts, son exploitation ne peut être séparée de celle de la houillère d'*Arèches* qui n'en est pas très-éloignée, et qui donne un combustible dont on pourrait probablement se servir pour la fonte de ce minerai.

On trouve de la houille près de là à Arèches.

4°. En remontant le ruisseau qui fait mouvoir les artifices de la forge de la *Grand-Maison*, Commune de Naves, on voit affleurer sur l'escarpement qui borde la rive gauche, une couche de fer oxydé rubigineux. Quelques fouilles qu'on y avait faites ont été abandonnées, le

minerai s'étant trouvé très-mélangé de fer sulfuré.

5°. Il existe près la Gure, à deux heures de Villaroger, une mine de fer oxydé qui était encore exploitée il y a près d'un siècle. A cette époque la fonderie et la forêt voisine ayant été emportées par une avalanche, on abandonna l'exploitation de cette mine, qu'il ne serait plus avantageux de reprendre, vu l'état d'épuisement des forêts voisines.

6°. On trouve du fer oxydé en abondance dans les montagnes qui séparent les Communes de Tessens et de Villette.

7°. A l'endroit dit *le Désert*, Commune de Grignon, on indique une mine semblable, donnant du fer très-doux, mais qui serait, comme la plupart des précédentes, d'une exploitation très-difficile, par sa situation élevée, et la difficulté des communications.

8°. Les montagnes calcaire des Bauges, et celles qui circonscrivent le lac d'Annecy, offrent fréquemment du fer oxydé rubigineux, souvent très-riche, mais quelquefois mélangé de pyrite, et presque toujours en rognons peu suivis. On en a trouvé au château d'Annecy, au-dessus des forges de Tamié, et près du Chalet d'Armenaz, à quatre heures de montée de l'usine de Belleraux, etc.

Dans la montagne qui domine Saint-Jorioz, sur les bords du lac d'Annecy, on trouve épars dans les ravins et dans les champs, parmi la terre végétale, d'assez gros blocs de fer oxydé jaune géodique très-pesant. On n'a trouvé sur place que des rognons peu étendus. Ces blocs, qui sont très-abondans, ont pourtant dû appar-

tenir à un filon puissant. Il serait d'autant plus intéressant de découvrir leur véritable gîte, que ce minerai coûterait deux fois moins de port jusqu'aux usines de Tamié et d'Aillons, que le minerai de Saint-Georges-d'Heurtières qu'on y emploie actuellement. Ces mines deviendraient encore plus importantes, si on parvenait à les traiter au charbon de houille que pourraient fournir les mines d'Entrevernes qui en sont très-voisines.

## CHAPITRE SECOND.

### USINES A FER.

#### §. A. *Historique.*

La tradition fait remonter l'établissement des premières usines à fer dans cette contrée, jusqu'aux tems très-reculés où elle était occupée par les Sarrazins. On ne peut former à cet égard que des conjectures plus ou moins vagues; mais le premier acte authentique qui puisse donner quelques lumières sur ce sujet, est un arrêt du Sénat de Savoye, de 1560, qui fait mention des fonderies et forges de Bourget-en-l'Huile, ruinées depuis une dizaine d'années. Cette usine a été fondée par la Maison de Castagnère, originaire de Gênes, d'où elle avait probablement apporté cette branche d'industrie. On y traitait du minerai de Saint-Georges, et d'autre minerai de même nature qu'on tirait des environs. La famille de Castagnère établit depuis à Argentine une usine considérable qui réunissait fonderie, feux de forge, tréfileries,

fabriques de faulx, de scies, etc. La chute de cette importante manufacture fut une suite du peu d'encouragement que le Gouvernement Sarde accordait à l'industrie, ou plutôt des entraves qu'il mettait à son développement dans la Savoie. Il ne reste plus à Argentine que la fonderie qui soit en activité.

Ce ne fut que long-tems après et successivement, que les Chartreux de Saint-Hugon, d'Aillons, de Belleraux et de Tamié, établirent au centre des forêts antiques qui entouraient leurs monastères, des usines encore existantes, et qui ont fleuri long-tems sous leur administration paternelle. L'usine de Sainte-Hélène-des-Millières doit son origine aux anciens Seigneurs de ce village. Les autres établissemens sont moins considérables, et datent d'une époque plus récente.

Les simples forges ou martinets se sont beaucoup multipliés depuis la révolution; ils sont très-anciens dans le canton de la Rochette, où l'art de traiter le fer est, pour ainsi dire, indigène. La Commune d'Arvillard sur-tout, compte presque autant de forgerons que d'habitans. Elle en fournit au reste du Département du Mont-Blanc, et même au Département de l'Isère.

### §. B. *Traitement métallurgique.*

Les procédés pour la fabrication du fer étant à-peu-près les mêmes dans tout le Département du Mont-Blanc, on va les décrire ici une fois pour toutes (1).

(1) L'auteur avait joint à son Mémoire quatre tableaux, dans lesquels il fait connaître tout ce qui est relatif à la con-

### I. *Fonte du minerai.*

Les fourneaux de fusion, hauts de 6 à 7 mètres, sont construits à l'italienne, c'est-à-dire, que sur trois faces ils présentent dans l'intérieur la forme de deux troncs de pyramide réunis base à base. Au bas de la quatrième face, qui est verticale, sont percés à diverses hauteurs le trou de la tuyère, celui des scories, et celui de la percée.

Le ventre du fourneau, large de 1<sup>m</sup>.40, est à-peu-près au milieu de sa hauteur, le vide intérieur va ensuite en diminuant de part et d'autre, jusqu'au gueulard et au creuset, qui n'ont que 0<sup>m</sup>.50 de largeur. Cette forme de fourneau n'est pas avantageuse. Un autre vice capital dans leur construction est l'usage où l'on est de les accoler au talus de la montagne. Ils pompent par ce moyen l'humidité du terrain adjacent, ce qui cause une déperdition de chaleur notable. On néglige également à tort de pratiquer dans les fondations des canaux d'assèchement.

La combustion est alimentée par des trompes à deux ou trois tuyaux de chute, dont le portevent vient aboutir à une tuyère carrée placée horizontalement, et qui ne déborde pas dans l'intérieur.

Aux usines de Bellevaux et d'Aillons, situées au milieu de montagnes calcaires, on s'est servi jusqu'ici de pierres de cette nature pour construire la chemise, ou le revêtement intérieur du fourneau. Elle résiste très-bien à la chaleur la plus forte, mais aussitôt qu'on arrête le feu,

sistance, aux consommations, produits, débouchés, et affouages dans diverses usines. Voyez, page 159, l'extrait qu'il a donné de ces mêmes tableaux.

Dimen-  
sions des  
fourneaux,

Vice dans  
leur cons-  
truction.

L'air est  
fourni par  
des trom-  
pes.

On emploie  
du calcaire,  
du gneis,  
et du schis-  
te stéati-  
teux pour  
la construc-  
tion de la  
chemise.

et qu'on donne accès à l'air, la pierre qui s'est calcinée, se réduit en poudre. En sorte qu'à chaque fondage, dont la durée n'excède guère trois mois, on est obligé de refaire la chemise.

A Tamié on vient de substituer avec avantage à la pierre calcaire pour cet usage, une sorte de gneis à gros grains quartzeux qu'on trouve en blocs roulés aux environs. Cette roche résiste pendant plusieurs fondages sans se fondre ni s'éclater, elle se glace seulement à la surface. A Saint-Hugon, Laprat et les Fourneaux, on se sert d'une pierre semblable. A Raudens, Argentine, Epierre et Sainte-Hélène, on construit le creuset en pierre à chaux, et le reste de la chemise en schiste stéatiteux, contourné, qu'on trouve sur place dans les montagnes voisines.

La conduite de ces fourneaux n'offre rien de particulier; on les chauffe d'abord pendant quelques jours, en n'y passant que du charbon. On y ajoute ensuite du minerai dont on force insensiblement la dose, jusqu'à ce que le fourneau porte sa charge, ce qui n'a ordinairement lieu qu'au bout de quinze à vingt jours de feu.

Lorsque la charge est descendue d'environ un mètre au-dessus du gueulard, ce qu'on reconnaît en sondant avec un fer recourbé, on en ajoute une nouvelle qui se compose d'un volume constant de charbon, ordinairement 9 hectolitres, et d'une quantité de minerai grillé qui varie de 1 à 1,40 hectolitres, ou en poids, de 15 à 24 myriagrammes; on met d'autant plus de minerai qu'il est mieux trié, mieux grillé, plus ancien, et par conséquent plus fusible,

Conduite  
de l'opéra-  
tion.

Charges.

et que le fourneau est en meilleur train. Il passe aussi plus de minerai avec un volume donné de charbon de hêtre, de chêne ou de mélèze, qu'avec un volume égal de charbon de sapin, qui pèse un tiers de moins, se consume plus vite, et répand une chaleur moins soutenue. Aussi les charges sont-elles moins fortes et plus fréquentes, lorsqu'on emploie le charbon de sapin. On passe alors en 24 heures 30 ou 35 charges, tandis qu'on n'en passe que 18 à 20 avec le charbon de bois dur. Le produit en gueuse est pourtant à-peu-près le même dans les deux cas, il est par terme moyen de 164 myriagrammes. Le rapport en poids des consommations de charbon et de minerai s'écarte peu de celui de 19 à 21, soit que l'on ait employé du charbon de bois dur, ou du charbon de bois tendre. Le charbon agit par conséquent dans la fonte, plutôt en raison de son poids, qu'en raison de son volume; c'est à-peu-près l'inverse pour l'affinage: on doit donc n'employer, autant qu'on peut, à ce dernier usage, que du charbon léger, et réserver le charbon de bois dur pour la fonte: c'est aussi ce que l'on fait assez généralement. On observe encore que le charbon récent fond moins de matières que celui qui est cuit depuis quelques mois: mais il y a une limite qu'il ne faut pas outrepasser, car le charbon très-ancien se pulvérise et éprouve un déchet considérable, sur-tout s'il provient de bois vieux, ou s'il a été un peu trop cuit.

On mêlait autrefois à chaque charge quelques pelletées de tuf calcaire jaunâtre, mais on a presque partout renoncé à l'emploi de ce fon-

Nombre de  
charges et  
produit  
moyen en  
24 heures.

Le charbon  
de bois dur  
est préféra-  
ble pour la  
fonte.

Tuf em-  
ployé com-  
me fondant.

dant, d'autant plus inutile, que la gangue du minerai est également calcaire.

On ajoute aussi la grenaille retirée des scories.

La seule chose qu'on ajoute encore, c'est de la fonte grenillée provenant du bocardage et du lavage grossier qu'on fait subir aux scories du haut fourneau. Quoique cette grenaille soit susceptible d'être affinée directement, on préfère la mêler au minerai dont elle facilite beaucoup la fusion.

La difficulté qu'on éprouvait à se procurer du minerai de Saint-Georges-d'Heurtières pendant la révolution, a déterminé quelques maîtres de forge à fondre les crasses d'affinerie. Pour disposer ces matières à la fusion, on les laisse séjourner sous l'eau un an ou deux, on les pile ensuite sous un martinet dans une auge. Un courant d'eau qu'on y amène entraîne les matières les plus légères, en sorte qu'il ne reste que la fonte en grenaille et les morceaux de fer qui se trouvaient empâtés dans les scories.

Et quelquefois les crasses d'affinerie pilées et lavées.

La gueuse qui provient de ces crasses éprouve un déchet très-considérable.

Ces crasses donnent à l'analyse jusqu'à 0,75.

Ouvriers employés.

Leurs fonctions.

Ce résidu rend 35 à 40 pour  $\frac{2}{100}$ . Il est assez difficile à fondre, et consomme beaucoup de charbon. La gueuse qui en provient ne rend que 68 pour  $\frac{2}{100}$  de fer, lequel est à la vérité très-doux.

Le service du fourneau exige six ouvriers; savoir, trois fondeurs, dont un maître et deux aides; ils travaillent dans l'intérieur de la fonderie; ils règlent le vent et l'inclinaison de la tuyère, enlèvent les scories et les traînent sur la décharge, préparent le sable pour recevoir la coulée, etc. ils se relaient de six en six heures, et se réunissent aux mêmes époques pour la percée.

Il y a pour le chargement du fourneau deux

ou trois ouvriers, qu'on nomme *appaneurs*, et qui se relaient également de six en six heures. Ils vont prendre le charbon et le minerai au magasin, et les jettent dans le fourneau.

Un autre ouvrier nommé *le brasquet*, est employé tout le jour à tirer le charbon, à cribler le menu, à porter les terres sur la décharge, et à remplir les paniers.

Le maître fondeur gagne ordinairement 3<sup>fr.</sup> par jour, les autres gagnent de 1<sup>fr.</sup>,50 à 2<sup>fr.</sup>

Leurs salaires.

On ne moule guère que des plaques de cheminée, des chenets, des marteaux et des enclumes; on a essayé de couler des marmites et autres ustensiles de cette nature, mais ces poteries, quoique très-belles, éclataient en refroidissant; au lieu de chercher à perfectionner la manipulation, on a renoncé à ce genre de fabrication, d'autant plus avantageux, qu'on aurait trouvé dans le pays un débit assuré de ces matières. Une partie de la fonte est convertie en fer dans le Département, le reste est consommé par les aciéries de Rives, Département de l'Isère.

On travaille peu en moulerie.

Débouchés.

Les frais directs de main-d'œuvre sont de 0<sup>fr.</sup>,09 à 0<sup>fr.</sup>,11 par myriagr. de fonte: on consomme, pour obtenir la même quantité de fonte 2<sup>myr.</sup>,30 à 3<sup>myr.</sup> de charbon, ce qui est énorme, et 2<sup>myr.</sup>,40 à 3<sup>myr.</sup>,50 de minerai.

Rapport des consommations au produit.

Les laitiers sont gris ou jaunâtres, ce qui annonce qu'ils ne contiennent pas beaucoup de fer en dissolution. La gueuse s'y trouve comme empâtée sous forme de grenailles, ce qui arrive en effet avec toutes les mines de difficile fusion.

Nature des laitiers.

II. *Affinage de la gueuse.*

Descrip-  
tion d'un  
fourneau  
d'affinage  
et de ses  
dépendan-  
ces.

Le creuset des fourneaux d'affinage est doublé de plaques de gueuse, c'est un quadrilatère dont les côtés varient de 0<sup>m</sup>,60 à 0<sup>m</sup>,70, et dont la profondeur est de 0<sup>m</sup>,55. Le vent est fourni par des trompes : la tuyère est placée presque horizontalement vers le haut du creuset ; elle déborde de 0<sup>m</sup>,15 dans l'intérieur.

Marteau.

Le gros marteau est en fer aciéré à la panne ; il ne pèse que 12 myriagr. ; son manche, long de 3<sup>m</sup>, est suspendu au tiers de sa longueur sur des tournillons maintenus dans un hourdon. Il est soulevé par quatre cames en fer implantées dans un arbre horizontal, et qui viennent successivement appuyer sur sa queue. Cet arbre porte à une de ses extrémités une roue en bois pleine, ayant 1<sup>m</sup>,50 seulement de diamètre, sur la circonférence de laquelle sont implantées 16 palettes plates de 0<sup>m</sup>,30 de côté. L'eau motrice est amenée sur ces palettes par un canal de même largeur qu'elles, et presque vertical. Ces roues tournent très-vite et s'arrêtent tout court lorsqu'on baisse la vanne, avantage que n'ont pas les roues à augets, beaucoup préférables d'ailleurs, eu égard à l'emploi de la force motrice.

Roue.

Le travail de l'affinage dure 24 heures ; il occupe trois ouvriers, le maître, le valet et le brasquet. Il se divise en trois opérations bien distinctes, la fonte de la gueuse, le recuit et l'affinage proprement dit, les deux premières opérations n'étant que préparatoires.

Le travail  
se divise en  
trois par-  
ties.

1<sup>o</sup>. *Fonte de la gueuse.* On nettoie le creuset, on le remplit de charbon, on empile sur ce lit, du côté de la rustine, 10 ou 11 plaques de

de gueuse, pesant chacune environ 24 kilog. On recouvre de charbon, on allume, en donnant d'abord peu de vent. L'ouvrier, chargé seul de cette opération, a soin de tasser le charbon sous la gueuse, et de soutenir celle-ci pour l'empêcher de tomber en masse au fond du creuset, où l'on aurait beaucoup de peine à la fondre.

Au bout d'une heure un quart, les plaques sont au rouge blanc et soudées ensemble. La partie inférieure commence à se fondre, l'ouvrier avance alors cette masse pâteuse vers la tuyère, et donne tout le vent. La combustion devient très-active, et en une heure et demie tout est fondu. On ôte alors le vent, on repousse et on éteint le charbon, on enlève les scories grumeleuses qui nagent à la surface du bain, dans lequel on jette quelques pelletées de batitures de fer qu'on y agite avec une perche ; on projette ensuite ce mélange, d'une liquidité pâteuse, à l'aide d'une spatule de fer, sur un tas de crasses d'affinerie et d'éclats de loupe cassés en morceaux de la grosseur d'une noix, qu'on a disposés sur le sol du fourneau.

On incorpore par ce moyen la gueuse avec une nouvelle dose de scories et de batitures, lesquelles étant très-oxygénées, doivent détruire une partie du carbone surabondant. Tel est probablement le but qu'on se propose tacitement par cette opération qui dure ordinairement trois heures. On consomme pendant ce tems 18 hectolitres ou 16 myriagrammes de charbon.

Cette opé-  
ration dure  
3 heures.

2<sup>o</sup>. *Recuit.* Après avoir bien nettoyé le creuset, on le remplit de charbon que l'on tasse fortement et qu'on humecte. On brasque par

dessus avec de la terre noire du hangard à charbon, en ménageant une rigole dans le prolongement de la tuyère. C'est dans cette gorge qu'on place sur une pelletée de charbon le quart de la mazelle. (On appelle ainsi le mélange de fonte et de scories résultant de l'opération précédente). On allume, on ne pousse le feu qu'autant qu'il est nécessaire pour agglutiner tous les morceaux de mazelle. Lorsque celle-ci ne forme plus qu'une seule masse, qui s'est un peu enfoncée dans le creuset, on la sort avec des ringards, et on recommence comme ci-dessus. On grille ainsi toute la mazelle en quatre opérations successives qui durent en tout deux heures, durant lesquelles on consomme 4 hectolitres ou 3 myriagrammes de gros charbon et beaucoup de menu. Pendant cette opération, qui n'occupe que le brasquet, le vent du soufflet venant frapper sur la fonte rouge, doit encore la décarboner.

3°. *Affinage et étirage.* On nettoie le creuset, on le remplit de charbon, on place sur ses bords une plaque de fonte coudée qui maintient le combustible vers les côtés de rustine et de contre-vent. On dispose sur la brasque, contre le garde-feu, du côté de contre-vent, le dixième ou le onzième de la mazelle recuite, cassée en morceaux de la grosseur du poing. On place entre la tuyère et la mazelle une loupe dégrossie à la fin de l'opération précédente. On recouvre le tout de charbon, on allume et on donne le vent; la mazelle s'échauffe, se ramollit et se fond: pendant ce temps on étire la loupe en l'apportant alternativement au feu et sous le gros marteau. On la divise en trois ou

Cette opération dure 2 heures.

Les loupes ne pèsent pas 2 myr.

quatre lopins qu'on étire en barres, ou même qu'on façonne de suite en taillanderie. Cela fait, on pétrit avec un ringard la mazelle fondue qui s'est rassemblée en bain au fond du creuset. Elle devient pâteuse et se soude à l'extrémité de ce ringard, à l'aide duquel on la porte sous le marteau, et on la façonne en rouleau cylindrique. Pendant que le maître et son ouvrier exécutent cette opération, le brasquet nettoie le creuset, et le remplit de charbon sur lequel il place contre le garde-feu, au contre-vent, 25 à 30 kilog. de mazelle. On rapporte à côté la loupe qu'on vient de dégrossir, on recouvre de charbon et on donne le vent. On étire cette loupe pendant que la mazelle se fond, et ainsi de suite comme à la première opération.

On affine ainsi en dix ou onze opérations qui durent 18 ou 19 heures, la mazelle provenant des 26 myriagr. de gueuse qu'on a fondue et recuite au commencement, il en résulte 20 myr. de gros fer. Lorsqu'on veut façonner le fer, on n'en fabrique pas plus de 15 myriagr. en 24 heures.

Les frais directs de main-d'œuvre s'élèvent à 0<sup>r</sup>.50 par myriagramme. La consommation de charbon est énorme, puisque pour obtenir 1 myriagramme de fer on en consomme 5 à 6 de charbon, et 8 à 10 en y comprenant celui employé à la fonte de la mine. La gueuse est blanche et radiée dans sa cassure, comme l'antimoine elle est médiocrement charbonneuse et très-pure, puisqu'elle rend 77 à 83 pour  $\frac{2}{3}$  d'un fer qui est en général doux et nerveux.

On en fait 10 ou 12 en 19 heures.

On ne fabrique en 24 heures que 15 à 20 myr. de fer.

Nature de la gueuse.

Qualité du fer.



Le procédé est très-vicieux.

Le procédé suivi est extrêmement vicieux. En effet, loin d'ajouter de nouvelles scories, il faudrait faire écouler celles qui couvrent le bain de fonte, incliner davantage la tuyère, diminuer la profondeur du creuset, et soulever avec précaution la loupe, lorsqu'elle commence à s'affiner au vent de la trompe. On détruirait le carbone surabondant à l'aide de ces attentions, qui rendraient inutiles la fonte et le recuit de la gueuse. On économiserait également beaucoup de charbon, de tems et de main-d'œuvre, en faisant les loupes deux ou trois fois plus fortes. Mais alors il faudrait employer des marteaux beaucoup plus gros, et se soulevant près de la tête; il faudrait aussi changer la forme des roues hydrauliques.

Change-mens à y faire.

### CHAPITRE TROISIÈME.

#### OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

##### S. A. *Réflexions sur l'état des Forêts, et sur la difficulté de l'approvisionnement des Usines en charbon.*

Difficulté des approvisionnemens en charbon.

L'épuisement de la plupart des forêts se joint à une multitude de difficultés locales pour rendre les approvisionnemens des forges de plus en plus lents et pénibles. Ce n'est qu'avec des peines extrêmes qu'on parvient à couper les bouquets de bois que l'aspérité de leur situation a conservés jusqu'ici; à rassembler les bois abattus, et à les disposer pour le charbonnage, dans des places dressées à l'aide d'échaffaudages

sur la pente rapide des montagnes. Aussi ne fait-on guère les meules de plus de 400 hectolitres. Le transport du charbon s'exécute, tantôt à dos d'hommes, tantôt à dos de mulets, et le trajet est quelquefois de sept à huit heures, de la forêt à l'usine.

Le prix du charbon varie d'une année à l'autre, quelquefois du simple au double, suivant la concurrence, ou plutôt suivant les chances de l'agiotage qui est une suite du mode de vente par enchère. Il n'est pas un seul maître de forge qui soit sûr de pouvoir continuer ses travaux: en effet, chacun d'eux cherche à enlever à son voisin les bois qui seraient le plus à sa convenance, afin de le réduire à l'inaction, et d'écartier une concurrence qu'il est au contraire de l'intérêt général d'entretenir. D'autres particuliers enchérissent aussi dans l'espoir de faire acheter leur silence; lorsque les coupes de bois leur restent, ils sont toujours sûrs de les revendre avec bénéfice aux maîtres de forges qui sont forcés de les acheter, à quelque prix que ce soit, s'ils veulent éviter un chômage qui entraînerait la chute de leurs usines.

Vices du mode de vente par enchère.

Agiotage qui en est la suite.

D'autres fois, par une connivence coupable entre les enchérisseurs, les bois sont adjugés à vil prix. Dans ce dernier cas le trésor public est lésé, dans l'autre il ne profite qu'en partie du prix excessif auquel le bois est porté, et dont le surplus est absorbé par un agiotage désastreux. Au surplus ce bénéfice momentané, et nécessairement très-modique pour le trésor public, est bien loin de compenser les inconvéniens produits par la stagnation ou la ruine de plusieurs fabriques, et par le renchérissement

progressif du fer et de la fonte ; renchérissement qui tend à anéantir chez nous cette branche d'industrie , et à nous rendre tributaires de l'étranger pour des objets d'une nécessité aussi indispensable.

Pour donner aux forges de cette contrée la stabilité qui leur manque , et sans laquelle elles ne peuvent prospérer ni même se soutenir , il conviendrait peut-être d'affecter aux plus importantes , les forêts qui se trouvent respectivement à leur proximité. Les coupes en seraient délivrées d'après une estimation de l'Administration forestière , de manière à concilier l'intérêt du trésor public avec celui des fabricans. Ceux-ci seraient alors intéressés à veiller à la conservation de ces forêts , et ils pourraient se livrer à leurs travaux avec sécurité.

Le prix du charbon varie de 0<sup>fr</sup>,30 à 0<sup>fr</sup>,37 par myriagramme , ou de 0<sup>fr</sup>,55 à 0<sup>fr</sup>,80 par hectolitre. Ce qui porte le prix du stère de bois charbonné de 1<sup>fr</sup>,86 à 2<sup>fr</sup>,67.

Les fonderies à fer du Département du Mont-Blanc , consomment année moyenne , 52480 stères de bois réduit en charbon , et les feux de forge ou martinets , 61888 ; en tout 114368 stères. Comme il n'y a pas une seule forêt exploitée par coupes réglées , et que la richesse en bois de chacune dépend de son essence , de son élévation , de son exposition , de la pente du terrain , de son état de conservation , données qui varient presque à chaque pas , il est impossible d'assigner , même par terme moyen , le nombre d'hectares de forêts que représente ce volume de bois. Cependant , vu l'état de délabrement

En affectant des forêts aux usines principales on parviendrait à ces inconvéniens.

Prix moyen du charbon.

Consommation en charbon.

des forêts , et la lenteur (1) avec laquelle elles se reproduisent dans ces montagnes , il est à craindre qu'elles ne puissent suffire long-tems à une consommation aussi considérable. Les scieries de planches mues par l'eau , se sont d'ailleurs multipliées d'une manière effrayante depuis quelques années au centre des forêts nationales et communales. On en compte plus de 150 dans ce Département. Les chèvres causent aussi dans ces montagnes des dégâts incalculables , en s'opposant à la reproduction des forêts dont elles dévorent les jeunes pousses. Il serait bien à désirer qu'on prît enfin à cet égard des mesures de répression efficaces.

#### §. B. Observations sur les approvisionnemens en minerai.

Les approvisionnemens en minerai présentent encore plus de difficultés que ceux en charbon , sur-tout pour les usines d'Aillons , de Bellevaux et de Tamié , situées à dix ou douze heures de marche des mines de Saint-Georges , dont elles sont séparées par une chaîne de montagnes , et par une rivière d'un trajet très-difficile. Le transport du minerai s'effectue partie à traîneaux , partie sur des charriots , et partie à dos de mulets. Depuis la destruction du pont de Grésy on est obligé de passer l'Isère à bac , ce qui même est souvent impossible : il faut avoir trois ou quatre entrepôts sur la route ,

(1) La révolution des sapins et des mélèzes qui couronnent les sommités , est de 80 à 90 ans , celle des hêtres , chênes et vernes qui croissent à mi-côte , est de 30 à 40 ans.

et les transports ne peuvent se faire que dans une saison favorable, par le concours d'un grand nombre d'hommes et de bêtes de charge. Aussi faut-il deux ou trois ans pour rassembler de quoi fondre trois ou quatre mois; et le myriagramme de minerai coûte jusqu'à 5<sup>fr.</sup>,42 rendu sur ces usines; on voit d'après cela de quelle importance pourraient devenir des recherches dirigées sur les mines de fer observées dans leur voisinage. (*Voyez page 132 et suivantes*).

§. C. *Observations sur les Fonderies, Martinets et Ateliers de Taillanderie, Quincaillerie et Clouterie, ainsi que sur le commerce du fer dans le Département du Mont-Blanc.*

On compte dans le Département du Mont-Blanc 12 hauts fourneaux qui fondent tous les deux ou trois ans: leur produit annuel moyen est de 118970 myriagr. de gueuse, se vendant sur les lieux 2<sup>fr.</sup>,85 à 3<sup>fr.</sup>,20 le myriagr. On en exporte pour les aciéries de Rives, Département de l'Isère, environ 47500 myriagrammes valant 144654 fr. Ce débouché n'est ouvert que depuis la réunion de la Savoye à la France, aussi la fabrication ne s'élevait-elle qu'à 91670 myriagr. en 1789. Les 71470 myriagr. de fonte restant dans le pays, une portion est moulée, le surplus sert à alimenter les martinets. Ceux du canton de la Rochette affinent en outre beaucoup de vieilles ferrailles, de boulets, de bombes, etc. qu'ils tirent des arsenaux. Ils consomment aussi de la gueuse d'Allerard, Département de l'Isère, qui donne souvent, ainsi que

Importance des recherches de mine de fer aux environs des usines.

Produits des fonderies.

Prix de la gueuse.

Une partie va à Rives.

La majeure partie est affinée dans le pays.

celle de Saint-Hugon, dont ils font également usage, du fer cassant à chaud. Le fer de Laprat est sujet au même inconvénient, lorsqu'on n'apporte pas le plus grand soin dans le triage et le grillage de la mine pour en séparer les dernières portions sulfureuses.

Quant à la gueuse qui provient du minerai de Saint-Georges-des-Heurtières, elle donne en général, lorsqu'elle est bien travaillée, du fer très-doux et très-nerveux; celui d'Aillons et de Bellevaux est sur-tout très-estimé. On obtient pourtant quelquefois, sur-tout à Tamié, du fer dur et aciereux, ce que l'on attribue à la qualité du charbon. La manière de travailler doit aussi y influencer beaucoup.

On fabrique annuellement 65365 myriagr. de fer dans les martinets du Département, lesquels sont au nombre de 27, contenant en tout 39 fourneaux d'affinage. Près de la moitié de ce fer est façonnée sur les lieux, dans une cinquantaine de petits ateliers, presque tous situés dans le canton de la Rochette, en objets de taillanderie et de grosse quincaillerie, tels que tôle, socs de charrue, tridens, pioches, pelles, haches, poëles à frire, cuillers à pot, etc. Une partie de ces articles se consomme dans le Département, le surplus va à Grenoble, d'où l'on en expédie beaucoup pour la foire de Beaucaire. Par cette voie ils se répandent, dans le midi de la France, et même chez l'étranger. Cette branche d'industrie, qui occupe un grand nombre de bras et verse beaucoup d'argent dans le pays, souffre beaucoup de la rareté et de la cherté du combustible.

Qualité du fer qui en résulte.

Il est en général doux et nerveux.

Quantité de fer fabriquée.

Une grande partie est façonnée en taillanderie et quincaillerie.

Nombreu-  
ses cloute-  
ries établies  
dans les  
Beauges.

Leur im-  
portance  
pour ce  
pays.

Prix du fer.

Une autre fabrication non moins importante, celle des clous de toutes formes et de toutes grandeurs, se soutient toujours avec succès dans les montagnes des Beauges. On y emploie annuellement 13500 myriagr. de meilleur fer, qui acquiert par cette manipulation une valeur quelquefois décuple de celle qu'il avait primitivement. Cette fabrication, d'autant plus précieuse, qu'elle ne consomme que le menu charbon des usines voisines dont on ne pourrait tirer aucun autre parti, occupe directement en hiver plus de 600 ouvriers, qui sans cela resteraient oisifs; elle répand beaucoup d'argent sur ces montagnes arides, et y entretient dans une honnête aisance, une population nombreuse qui, si elle était privée de cette ressource, serait obligée de chercher d'autres moyens d'existence sous un climat moins rigoureux. Une grande partie des clous fabriqués se répand dans les Départemens voisins, et jusque chez l'étranger par la foire de Beaucaire.

Le fer brut se vend sur les lieux de 6<sup>fr</sup>,50 à 7<sup>fr</sup>,20 le myriagramme, prix excessif; aussi n'en exporte-t-on guère, quoique par sa qualité il soit bien supérieur au fer des Départemens voisins. L'arrondissement de Moutiers tire même du fer de Cogné, Département de la Doire, et l'arrondissement d'Annecy s'approvisionne presque en entier dans les forges du Jura et du Doubs. Il en est de même pour le Département du Léman, dépourvu d'usines, et qui anciennement n'employait guère que du fer fabriqué dans le Duché de Savoie dont il faisait partie, vu les droits considérables établis sur le fer à son entrée dans cette province, et même à sa sortie.

Cependant la fabrication du fer est (ainsi que le n<sup>o</sup>. 3 le faisait voir) annuellement plus considérable qu'elle ne l'était en 1789. Il faut donc que la consommation dans le pays ait augmenté depuis cette époque, puisque les débouchés au dehors sont moindres qu'autrefois. Cela tient sans doute au perfectionnement de l'agriculture et à l'amélioration sensible qui s'est opérée dans le sort du laboureur depuis quelques années; celui-ci y jouissant actuellement d'une plus grande aisance, peut avoir des instrumens aratoires mieux conditionnés, et les renouveler lorsqu'ils sont dégradés. Il fait cercler en fer les roues de ses charrettes, et ses tonneaux, qui autrefois ne l'étaient qu'en bois, etc.

Les établissemens les plus lucratifs sont ceux où l'on ne fait que fondre la mine. On y retire jusqu'à 24 pour 100 de bénéfice des fonds déboursés, le prix de la gueuse ayant augmenté de près d'un quart, depuis que les aciéries de Rives en consomment. Aussi les usines d'Épierre, Argentine, Randens, Ste-Hélène et Saint-Hugon, favorablement situées, vendent-elles presque toute leur gueuse en nature.

Ce renchérissement de la gueuse, si avantageux pour les fonderies, est très-défavorable aux simples martinets; dans la plupart le bénéfice n'est guère que de 5 à 6 pour  $\frac{1}{2}$ . On sera peut-être étonné que malgré cela ils continuent à rouler; mais il faut observer que la plupart des propriétaires de ces petites fabriques en sont eux-mêmes les premiers ouvriers: outre l'intérêt modique, à la vérité, qu'ils tirent par ce moyen de leurs capitaux, ils s'occupent

Il se con-  
somme plus  
de fer dans  
le pays  
qu'autre-  
fois.

Causes de  
ce surcroît  
de consom-  
mation.

Les fonde-  
ries sont  
plus lucrati-  
ves que les  
martinets.

Cause pour  
laquelle les  
martinets  
se soutien-  
nent malgré  
la modicité  
du bénéfice.

chez eux avec toute leur famille, en gagnant de bonnes journées. Ils se retirent d'ailleurs sur la fabrication des articles de taillanderie et de quincaillerie qu'on n'a pas fait entrer en ligne de compte dans les tableaux déjà cités.

Cette branche d'industrie fait circuler dans le Département plus de 584774 francs.

Le total de la recette des usines à fer du Département du Mont-Blanc, est de 731164 francs. Si l'on en distrairait 146390 francs, valeur des fontes livrées à de simples martinets par des fonderies du Département, lesquelles fontes entrant à l'état de fer dans l'estimation des produits des martinets, ne doivent plus se trouver dans le produit des fonderies; il reste 584774 francs pour la valeur des matières premières versées annuellement dans le commerce par les usines à fer du Département, avec un bénéfice de 30662 fr., sans que cette fabrication exige presque aucune importation. Cette somme de 584774 fr., augmentée du surcroît de valeur que prend la portion du fer convertie sur les lieux en clous ou en objets de taillanderie et de quincaillerie, reste en circulation dans le Département. La majeure partie est employée à solder 2245 ouvriers, fondeurs, forgerons, manœuvres, bûcherons, charbonniers, etc. que ces travaux occupent directement ou indirectement, les uns toute l'année, les autres seulement pendant quelques mois. Le Gouvernement en perçoit aussi une portion pour la coupe des bois, la poudre de mine et les droits de patente.

Elle répand pour autant de matières premières dans le commerce.

Elle fait vivre 2245 ouvriers.

Versements directs dans le Trésor public qui en résultent.

S. D. *Récapitulation des améliorations dont la fabrication du fer dans ce Département paraît susceptible.*

On voit, d'après les considérations précédentes, combien il importe pour la prospérité de l'État en général, et en particulier pour celle du Mont-Blanc, de consolider et de perfectionner cette branche d'industrie, la principale de ce Département.

On va retracer ici succinctement les vues d'amélioration éparses dans le cours de ce Mémoire.

Améliorations à faire.

1°. On pourrait perpétuer et rendre plus économique l'exploitation de la mine de Saint-Georges, en ouvrant au plus bas une galerie d'écoulement et d'extraction, et établissant un système régulier de travail, d'après l'avis de l'ingénieur des mines du Département; un maître mineur veillerait à l'exécution de ses plans, ainsi qu'au grillage et au triage du minerai.

2°. En établissant des couloirs vers le haut de la montagne de Saint-Georges, continuant le chemin à charriot ouvert au bas, et améliorant les autres communications, on diminuerait encore le prix du minerai.

3°. Il conviendrait de multiplier les recherches sur les indices de mines de fer, et notamment à Notre-Dame du Pré, à Saint-Jorioz, Armenaz, etc.

4°. En affectant aux principales usines du Département les forêts situées à leur proximité,

on assurerait leurs roulis, et l'on diminuerait le prix du charbon, sans que le trésor public fût lésé. On devrait ce double avantage à l'extinction d'un agiotage, désastreux pour l'industrie, et qui ne produit rien.

5°. Il serait probablement avantageux de changer la forme des fourneaux de fonte, et sur-tout le procédé aussi lent que pénible qu'on suit pour l'affinage, procédé par lequel la consommation en charbon est presque le double de ce qu'elle devrait être. La méthode franc-comtoise, employée avec succès dans les autres Départemens de l'Est, conviendrait sans doute ici (1).

6°. Les minerais de Laprat, des Fourneaux, de Notre-Dame du Pré, et certaines variétés du minerai de Saint-Georges, pourraient être convertis immédiatement en fer dans des forges à la catalane, dont la construction est aussi simple que peu dispendieuse. Il en résulterait une économie considérable de main-d'œuvre et de combustible.

7°. Des aciéries seraient d'autant mieux situées dans ce Département, qu'elles y trouveraient la fonte que les aciéries de l'Isère en tirent à grands frais. Le charbon et la main-d'œuvre y sont d'ailleurs à plus bas prix que

(1) La Compagnie Bouvillard, qui avait acquis ou affermé en 1791 la plupart des forges de la Savoye, tenta d'y introduire ce procédé; elle fit venir à grands frais des ouvriers Franc-comtois, mais ces essais dirigés sans intelligence et sans économie, n'eurent pas le succès qu'on en devait attendre. La loi du *maximum* et les réquisitions achevèrent de ruiner les entrepreneurs.

dans ce dernier Département. Tout concourrait donc à assurer le succès d'une entreprise de cette nature.

On pourrait indiquer encore plusieurs autres améliorations, mais on ne doit guère attendre de simples particuliers ces essais aussi dispendieux que délicats, sur-tout dans un pays qui compte peu de capitalistes, principalement dans la classe manufacturière. Le Gouvernement pourrait les faire exécuter pour son compte dans une usine nationale qu'il réunirait l'École pratique des mines de Pesey. Parmi celles qu'il possède encore dans ce Département, la forge de Tamié serait la plus propre pour cet usage, par sa proximité de la fonderie centrale de Conflans, et de la houillère d'Entrevernes. Cette mine fournirait d'excellent charbon pour l'étramage et le corroyage de l'acier, qu'on pourrait y fabriquer par la méthode de Carinthie, que l'on naturalisera par ce moyen en France. Ce serait un nouveau bienfait ajouté à ceux que cette contrée tient déjà de la sollicitude paternelle d'un Gouvernement protecteur de l'industrie.

Importance d'expériences sur l'art de traiter le fer.

Ces essais ne peuvent être faits que par le Gouvernement.

*Supplément au Mémoire sur les Forges et les Mines de fer du Mont-Blanc.*

Le format du Journal ne permettant pas d'y insérer les quatre tableaux que j'ai joints à ce Mémoire, je crois devoir en donner ici l'extrait.

Le premier tableau, qui traite des objets généraux, donne pour chaque usine, sa situation, le nom du propriétaire, le cours d'eau, la

situation, l'essence, l'étendue et l'état de conservation des forêts qui l'alimentent. Le nombre d'ouvriers employés directement, tels que fondeurs, forgerons, etc. ou indirectement, tels que charbonniers, mineurs, etc. avec l'évaluation de leurs journées. On y trouve encore le nombre de fourneaux et de marteaux de chaque espèce qu'elle renferme.

Le second tableau, relatif aux fonderies, indique pour chacune la situation et la nature des mines qu'on y traite; les dimensions et la charge du fourneau: la durée du fondage: les consommations, tant en charbon qu'en minerai, et les frais de main-d'œuvre par myriagramme de fonte: les nombres de charges et de coulées par 24 heures: les consommations absolues en charbon et en minerai: les prix du charbon, du minerai et de la fonte sur l'usine; et enfin la quantité de fonte fabriquée en 1789 et en 1804, comparativement.

Le troisième tableau donne pour chaque martinet sa consommation en fonte et en charbon: le prix du fer et la quantité fabriquée en 1789 et 1804: sa qualité: les frais de main-d'œuvre, et les consommations en charbon et en gueuse par myriagramme de fer: la quantité fabriquée en 24 heures.

Le quatrième et dernier tableau, purement financier, donne pour chaque établissement la dépense en charbon, fonte, minerai, main-d'œuvre, etc. la recette, tant en fonte qu'en fer: le bénéfice, et l'intérêt retiré des déboursés.

Les résultats généraux de ces quatre tableaux sont consignés dans le cours du Mémoire, et notamment

notamment dans le chapitre troisième. Quant aux détails particuliers relatifs à chaque usine, je vais indiquer ceux qui me paraissent les plus importants.

Dans l'arrondissement de Chambéry, Commune d'Arvillard, on trouve l'usine nationale de Saint-Hugon, soumissionnée dans le tems, mais dont la vente est encore contestée. Elle renferme un haut fourneau, trois martinets et plusieurs feux de quincaillerie. Il y a en outre, sur l'autre rive du Bréda, dans le Département de l'Isère, un haut fourneau et deux martinets. Il serait indispensable de réunir sous une même administration ces deux établissemens autrefois dépendans du même monastère. On fond à Saint-Hugon six ou sept mois tous les deux ans, ce qui produit année moyenne 16320 myriagr. de gueuse que l'on vend toute en nature; le minerai se tire d'Allevard, Département de l'Isère: le bois ne manque pas dans le voisinage.

Dans cette même Commune et dans celles limitrophes de la Rochette et de Presle, on compte 8 martinets et plusieurs ateliers secondaires, où l'on façonne une grande partie du fer fabriqué dans le Département en instrumens aratoires et ustensiles de cuisine. La disette de bois commence à se faire sentir dans ce canton.

On trouve encore dans les montagnes des Beauges, qui font partie du même arrondissement, le martinet du Chatelard et les usines de Bellevaux et d'Aillons, qui ont des bois en abondance: on fond trois à quatre mois de suite en deux ans à Aillons, et en trois à Bellevaux. Ces deux établissemens produisent année commune 13000 myriagr. de gueuse, qu'ils convertissent

en fer crénelé d'excellente qualité pour les clouteries, disséminées au nombre de 60 dans les Communes d'Aillons, de Lescheraine, du Noyer et du Chatelard.

L'arrondissement d'Annecy renferme les établissemens suivans :

L'usine nationale de Tamié, où l'on fond quatre mois en deux ans, ce qui produit année commune 11000 myriagr. de fonte, dont on affine la majeure partie dans les deux martinets que cette usine possède. Les forêts voisines suffiront encore pendant long-tems à sa consommation, malgré les dégradations qu'elles ont souffertes.

Le martinet de Crans, établi en l'an 3, roule six à sept mois par ans, et manque de bois.

La petite usine du Villaret, établie également depuis la révolution, renferme un haut fourneau où l'on fond un mois et demi tous les ans, et un martinet qui roule quatre à cinq mois.

Le martinet des Rocca est peu important : on y fabrique principalement des instrumens aratoires.

On vient de construire un martinet dans la gorge d'Ire, Commune de Doussard ; mais les forêts voisines pourraient avoir une destination plus conforme à l'intérêt général, en les affectant à la mine d'Entrevignes, à laquelle elles peuvent fournir des bois d'étais.

Le martinet de la Grand-Maison, Commune de Naves, arrondissement de Moutiers, a été établi depuis quelques années au centre des forêts où les salines s'approvisionnent.

On trouve à Albine, même arrondissement, un martinet très-ancien qui roule sept à huit

mois par an. On y a en outre établi, en 1803, un haut fourneau, où l'on n'a encore fondu que des crasses d'affinerie.

Le martinet de Tours roule pendant sept à huit mois : on y fabrique beaucoup d'instrumens aratoires.

L'arrondissement de St-Jean renferme aussi plusieurs usines. La première qui se présente en remontant la vallée de l'Arc est celle de Randens ; elle consiste en un haut fourneau, établi depuis peu d'années dans la fonderie de cuivre de même nom, dont l'activité a beaucoup diminuée depuis cette époque. On y fond quatre mois en deux ans.

L'usine d'Argentine, la plus ancienne du Département, est l'une des plus avantageusement situées, par sa proximité des mines de Saint-Georges, fait tous les ans un fondage de trois ou quatre mois, produisant environ 20000 myr. de gueuse. Elle renferme en outre un martinet qu'on laisse chômer depuis plusieurs années pour ménager les bois.

Un autre martinet, roulant six à sept mois, a été établi en l'an 6 presque à la porte de cette usine.

Epière renferme un haut fourneau où l'on fond cinq mois de trois années deux, et produisant année commune 18600 myr. de gueuse qu'on vend en nature : il y a encore un martinet qu'on laisse chômer pour ménager les bois. Cette fonderie, ainsi que toutes les précédentes, excepté Saint-Hugon, tire son minerai de Saint-Georges-d'Heurtières.

On trouve encore, en continuant à remonter la vallée de l'Arc, quatre martinets peu impor-



fans, et où l'on ne fabrique guère que de gros fer; l'un est situé à la Corbière, l'autre à Saint-Michel, et les deux autres à Saint-Remy; dans l'un de ces derniers on construit un haut fourneau qui sera très-nuisible aux établissemens voisins.

A Laprat on fond quatre mois en deux ans, et l'on obtient année commune 5800 myriagr. de fonte que l'on affine en entier. Le minerai se tire des montagnes voisines.

L'usine des Fourneaux, la dernière qu'on trouve en remontant la vallée, est également alimentée par une mine de fer découverte depuis peu dans le voisinage. Elle a été établie en l'an 5 sur les ruines d'une ancienne fonderie de plomb. Les forêts voisines suffisent à sa consommation et à celle de l'usine de Laprat, et ne peuvent avoir d'autre destination, à moins qu'on ne reprenne l'exploitation des anciennes mines de plomb et argent des Sarrazins, qu'on traitait il y a quelques années aux Fourneaux. On y fabrique annuellement 6000 myriagr. de gueuse que l'on convertit en fer sur le même établissement.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N<sup>o</sup>. 99. FRIMAIRE AN 13.

---

### SUITE DU TRAITÉ

*Sur la préparation des Minerais de plomb, comprenant les divers procédés employés au Hartz pour cet objet.*

Par l'Ingénieur des mines de France HÉRON DE VILFOSSE, Commissaire du Gouvernement Français, sur les mines et usines du Hartz.

---

### TROISIÈME PARTIE.

#### NOUVELLE MÉTHODE DE LAVAGE.

---

*Description de l'Atelier de Bocardage établi en 1801 près de la mine dite Herzog-August und Johann Friedrich, à Bockswiese, District de Zellerfeld, tel qu'il a été construit. Voyez pl. IV.*

A. L'attirail du bocard avec la machine attenante qui se voit sous les lettres ci-dessous :

a. L'arbre tournant qui porte par ses tourillons sur des rouleaux de frottement.

Cette disposition coûteuse et gênante dans la  
*Volume 17.*

Description  
 de l'Atelier.

M

pratique, a été supprimée pendant la confection de ce Traité et des dessins.

*b.* La roue hydraulique à augets.

Bocard.

*c, c, c, c.* Six collets de fonte qui embrassent l'arbre octogone, et dans chacun desquels sont pratiqués six trous destinés à contenir les six comes *f*, exactement rivées et assujetties.

Dans les anciens bocards, les comes sont encastrées immédiatement dans le cylindre.

*g.* Le frein de la machine ou roue à frottement.

C'est le régulateur ordinaire des machines du Hartz.

*h, h.* Les montans du frein.

*i.* Le guide du frein; levier propre à le manoeuvrer.

*K.* Les trois montans du bocard, poteaux qui le soutiennent. (Voyez l'élévation du bocard, *pl. V, fig. 1.*)

*L.* Six pilons de bois de pin garnis de masses en fonte. (Pendant quelque tems, chacun de ces pilons a eu deux de ses angles garnis en fer, et ils glissaient par leur diagonale perpendiculairement sur les coulisses du bocard qui étaient aussi garnies en fer: cette disposition coûteuse et inutile a été supprimée dans l'atelier et dans le dessin que je présente).

*m, m.* Les deux caisses d'où le minerai à bocarder doit tomber de lui-même dans l'auge.

*n,* La coursière; conduit d'eau qui répond un peu au-dessus du milieu de la roue hydraulique. (Les localités n'ont pas permis d'établir la chute d'eau en un point plus élevé).

*O.* Le courant d'eau pour le service du bocard.

*p, p.* Conduits par lesquels l'eau se rend dans les deux auges du bocard.

*q.* Conduit de sortie qui est commun aux deux auges; c'est par ce conduit que l'eau entraîne les minerais pilés sur la table *B*. Premiers conduits des sables.

*B.* Table de séparation qui se compose de deux cribles, *a* crible fin, *b* crible lâche. La table de séparation est une petite table suspendue dont on voit les dimensions sur le dessin ci-joint. Elle reçoit, par le moyen d'un mécanisme fort simple, une impulsion horizontale qui fait cheminer sur les cribles *a* et *b* les sables charriés par l'eau du bocard. Par le crible *a* s'écoule l'eau qui entraîne avec elle les particules de minerai ou sables fins; ceux-ci tombent de suite dans une caisse inférieure *d* qui est mobile comme la table de séparation. Par le crible *b* passe un sable beaucoup plus gros, et plus loin (sur la place marquée *C*) se rendent des fragmens qui doivent être *triés* pour retourner en partie sous les pilons du bocard.

*d.* Caisse mobile garnie d'un rebord par-dessus lequel l'eau s'écoule après avoir déposé les sables dits *schlamm korn*, ou bourbe en grains; on retire ces sables à la pelle; ils sont destinés au travail des petites tables à secousse et des caisses à tombeau. Toutes les autres bourbes plus tenues sont emportées par une rigole d'eau dans le conduit de séparation *e*, et de là elles tombent sur les planchers *f* et *g*, où s'opère une séparation ultérieure.

*e.* Conduit de séparation divisé en deux cases à rebord, dont la première verse ses eaux dans la seconde. Conduits ultérieurs.

*f, g.* Planchers inclinés d'un pied sur toute leur longueur; sur chacun sont quatre cases à rebord. Le tout est disposé de manière que l'on

peut, au moyen d'une pale, faire passer l'eau surabondante de la case *g* dans celles qui la suivent jusqu'en *m*, et de la case *f* jusqu'en *h*. Ainsi, les deux cases du conduit *e*, et les quatre cases du plancher *g*, forment un système de séparation, au moyen duquel on a tout de suite six sortes de sables différens. Il en est de même des deux cases du conduit *e* combinées avec les quatre cases du plancher *f*; il en résulte que le travail se continue sans interruption et alternativement sur les planchers *g* et *f*. Il importe de remarquer ici que les eaux qui s'écoulent par-dessus le rebord de la caisse *d*, ne passent qu'une fois sur un même plancher *g* ou *f*; ainsi, lorsqu'une des cases *e*, *g* ou *f*, est remplie de bourbe, on lève sa pale, et les eaux coulent dans la case immédiatement inférieure, tandis que la bourbe qui s'est déposée dans le gradin supérieur en est de suite retirée et mise de côté pour un travail ultérieur, sans qu'il soit question de la faire repasser sur une autre case. De cette manière, on a toujours une case à vider de bourbe, tandis que la case voisine se vide d'eau.

*h, i, k, l*. Petits réservoirs dans lesquels se déposent les farines ou poudres fines emportées par les eaux dans leur passage sur les cases du plancher *f*.

*m, n, o, p, q*. Réservoirs semblables pour les cases du plancher *g*. Les premiers réservoirs *h, i, m, n, o*, c'est-à-dire, ceux qui placés près des planchers *g, f*, reçoivent les premiers leurs eaux, sont plus resserrés que ceux auxquels ils les transmettent *k, l, p, q*, afin que l'eau trouvant plus de surface à couvrir à mesure

Conduits  
du laby-  
rinthe.

qu'elle s'éloigne des planchers, la précipitation des particules les plus fines emportées par elle, s'opère aussi plus facilement.

J'indique sur les dessins par des nombres la profondeur en décimètres de ces différens réservoirs.

*r, s, t, u*. Réservoirs pratiqués hors du bâtiment, dans lesquels s'opèrent aussi des transfusions alternatives des eaux que les réservoirs intérieurs y apportent; de là, les eaux se rendent dans un ruisseau voisin (1).

Conduits  
extérieurs.

*C'*. Place d'une machine à cribles par dépôt. Voyez *pl. II, fig. 12* et *13*.

*D, E*. Deux petites tables à secousse dites *sicher troge*. A ces deux tables appartiennent les accessoires suivans :

Tables à  
secousse.

*a*. Caisses du graben schlich.

*b*. Caisses du schwaenzel.

*c*. Caisses de l'after.

*d', e', f'*. Trois réservoirs dans lesquels se précipitent les particules tenues de schlich que l'eau courante a pu emporter, en sortant des caisses *a*.

*g', h'*. Deux réservoirs qui remplissent le même objet pour les caisses *b*.

*i, k*. Deux réservoirs extérieurs où se rendent les eaux en définitif, et où il se dépose encore un rebut que l'on recueille.

*F, G*. Deux caisses à tombeau (*schlamm*

(1) Les réservoirs extérieurs *i, r, s, t, u, k*, ont 3 mètres de longueur, 1 mètre 5 de largeur, et 1 mètre 2 de profondeur. Ils versent leurs eaux dans six autres réservoirs semblables situés à leurs extrémités, et ceux-ci dégorgent dans un conduit commun.

*graben*) dans lesquelles on travaille le rebut des petites tables à secousse.

Tables de percussion.

*H, J.* Deux grandes tables de percussion (*stossherde*); à ces deux tables dont on voit les dessins séparés, *pl. V*, appartiennent les accessoires suivans :

*a, a, a.* Réservoirs inférieurs dans lesquels se rend le bon rebut qui doit encore repasser sur les tables inclinées à balais.

*b, c.* Deux autres réservoirs où se déposent les particules tenues que le courant d'eau emporte des réservoirs *a, a, a.*

*K'.* Deux tables inclinées à balais pour travailler le bon rebut déposé dans les caisses *a, a, a.*

*L, M.* Deux tables inclinées à balais avec un patouillet dans lequel les eaux bourbeuses sont agitées par une roue à ailes.

C'est sur ces tables que sont lavées en définitif les bourbes déposées dans les réservoirs *h, i, k, l, m, n, o, p, q*, et dans les réservoirs extérieurs. A ces tables appartiennent, *a*, caisse du schlich; *b, c*, conduits ultérieurs divisés chacun en trois cases; *d*, réservoirs inférieurs; *e, f, g, h*, réservoirs intérieurs: c'est dans ceux-ci que l'eau sortie des réservoirs *d* dépose les particules qu'elle a entraînées; de là, elle se rend dans les réservoirs extérieurs *k, l*. Les conduits *b, c*, et les réservoirs *e, f, g, h*, sont disposés de telle manière, que chacun peut être vidé, sans que le travail des tables soit interrompu un seul instant. Chacun peut être fermé à volonté, et par ce moyen isolé de tous les autres. Les tables inclinées de l'atelier dont il est ici question, diffèrent de celles que j'ai décrites plus haut, *pl. III*, en ce que l'eau ne

Disposition des tables inclinées à balais dites *kerherde*.

se rend pas sur la table par-dessous la tablette: j'ai indiqué au dessin, *pl. IV*, le conduit d'eau bourbeuse *v* et le conduit d'eau pure. L'un et l'autre laissent couler leurs eaux par-dessus la tablette inclinée qui tient à la table par un ressaut ou gradin. Cette disposition est avantageuse; le dessous de la tablette ne s'engorge pas, et l'on n'est point obligé de lever de tems en tems tout l'attirail de cette tablette, à l'effet de nettoyer l'espace qui se trouve entre elle et la table; mais elle n'est pas praticable pour trois tables accolées, vu la nécessité de faire alterner l'effusion de l'eau pure et l'effusion de l'eau bourbeuse symétriquement sur les trois tables. Voyez *pl. IV*.

*m, n.* Dégorgeoir et conduit pour recevoir l'eau qui se trouve être superflue, soit pour le patouillet, soit pour les tables inclinées; cette eau se rend dans les réservoirs *r, s, t, u, v, w, x, y*, et là, augmentant la masse du liquide, elle favorise la précipitation des particules de minéral.

*N.* Conduit principal d'eau qui la distribue partout où les diverses manipulations le demandent.

*O'.* Conduit de sortie pour les eaux.

*P, Q* Deux petites cases de séparation pour les bourbes provenantes du premier lavage de la mine qui s'opère dans un autre atelier où est située la machine, *pl. II, fig. 6 et 7*.

*a, b, c, d.* Quatre petits réservoirs où se déposent les particules que l'eau entraîne hors des cases *P* et *Q*.

*R, S, T, U.* Caisnes où l'on dépose séparément les différentes sortes de schlich fini.

W. Chambre à poêle pour le chauffage des ouvriers.

Manipulation suivant la nouvelle méthode.

Passons à la manipulation du nouvel atelier de *Bockswiese* qui vient d'être décrit. Elle sera divisée en manipulation d'été (travail des minerais), et manipulation d'hiver (travail des *asters*). Quant au bocard proprement dit, on se rappelle avoir vu plus haut que la manipulation diffère peu de celle des anciens ateliers; de plus, on a vu que le conduit des sables sortis du bocard n'est point distribué en cases. (Voyez les dessins et les explications ci-dessus).

Résumé de la distribution générale de l'atelier.

Ainsi dans le nouvel atelier de *Bockswiese*, tous les sables du bocard arrivent presque tout de suite sur la table de séparation *B* dont j'ai indiqué les accessoires; de là, ils tombent dans la caisse à rebord *d*, où le plus grossier se dépose, tandis que les eaux surabondantes se rendent dans les conduites *e*, de là sur les planchers *g* et *f*, et enfin dans les réservoirs ultérieurs où s'achève le dépôt; tel est le résumé de la distribution de l'atelier qu'il faut avoir présente pour suivre la manipulation que j'abrègerai autant qu'il me sera possible.

Travail d'été.

Ensemble des travaux.

1°. Les sables retirés à la pelle de la caisse *d*, sont mis en dépôt, et servent pour la préparation du *graben schlich* et du *schwaenzel*; (dans l'état actuel de l'atelier, on ne fait pas de *grob-gewaschen*). Ces sables sont traités, comme je l'expliquerai plus tard, sur les petites tables à secousse *D, E*. C'est là qu'on obtient le *graben schlich* fini; mais le *schwaenzel* n'y est encore qu'ébauché; on le finit à l'ordinaire dans les deux caisses à tombeau.

2°. Les sables retirés des deux conduits *e*,

et des deux premières cases des planches inclinées *g, f*, sont destinés au travail des grandes tables de percussion, que je détaillerai plus tard. Sur ces tables, on obtient le *schlich* dit *stossherd-schlich*, et le rebut de ce travail est traité à l'ordinaire sur les tables inclinées *K'*, comme il a été dit ci-dessus.

3°. Les vases qui se déposent dans les six dernières cases des planchers *g* et *f*, ainsi que celles des réservoirs ultérieurs, sont traitées à l'ordinaire sur les deux tables à balais *L, M*.

Revenons au travail des petites tables à secousse (*sichertroge*) *D, E*. Voyez plan et profil, planche *V*.

1°. Sur une petite table à secousse, on met à la fois environ un demi-pied cube de sable retiré de la caisse *d*; la table reçoit de 40 à 50 secousses par minute; elle a sur une longueur de deux mètres une inclinaison de sept centimètres vers la caisse inférieure *c*; moyennant cette disposition, l'eau qui tombe sur cette table entraîne l'after ou premier rebut dans la caisse *c*; *a* et *b* sont alors couverts par une trappe que l'on peut à volonté repousser sous la table.

2°. On recommence huit fois de même, c'est-à-dire, huit fois de suite. On charge la table d'un demi-pied cube de sable, en la maintenant dans la disposition ci-dessus, et chaque fois l'on obtient de l'after. L'ouvrier a soin de répartir le sable également sur la surface de la table, dans la crainte que l'eau n'y forme des ravins; il a pour cet effet un rouable de bois; le courant d'eau doit être faible, et ne pas avoir plus de trois ou quatre pouces de chute sur la table.

3°. Après les huit changemens indiqués ci-

Manipulation sur les tables à secousse dites *sichertroge*. Travail du *graben schlich* dans la nouvelle méthode.

dessus, qui durent en tout à-peu-près douze minutes, on donne à la table une position horizontale, position que l'on obtient facilement au moyen de la roue dentée sur laquelle s'entourent les chaînettes indiquées au dessin. Alors le rebut qui tombe de la table, se rend dans le conduit *b*, (*a* étant couvert); c'est le dépôt destiné à être travaillé en *schwaenzel*.

4°. Enfin, lorsque l'ouvrier juge que ce qui reste sur la table est débarrassé de gangue, et ressemble à de bon *graben schlich*, il donne à la table une inclinaison capable de faire tomber ce qui est resté dessus dans la caisse *a* ouverte à cet effet. Là, le *graben schlich* trouve de l'eau qui s'empare des parties les plus légères, et les porte dans un conduit ultérieur, tandis que les parties les plus lourdes restent dans le conduit *q*.

Remarquons ici que dans l'état actuel de l'atelier de Bockswiese, on ne peut pas à volonté faire varier le nombre des secousses que la petite table (*sichertroge*) reçoit par minute, parce que le mouvement est tiré de la roue hydraulique du bocard; cependant il est reconnu qu'il serait avantageux que dans le commencement de l'opération décrite ci-dessus, la table reçût environ cinquante secousses par minute pour la séparation de l'*aster*, et ensuite seulement trente pour la séparation du *schwaenzel*.

Les grandes tables de percussion ont beaucoup d'analogie avec les petites tables à secousse. (Voyez *pl. V*, les tables *H* et *J* de la *pl. IV*); mais elles en diffèrent à l'égard de la manipulation :

1°. Parce qu'elles sont plus longues et ne

Manipulation sur les tables de percussion dites *stossherde*.

peuvent pas se débarrasser sitôt que les petites tables, des parties légères que la secousse et le faible courant d'eau font cheminer sur leur longueur.

2°. Parce que sur les grandes tables, on laisse plus long-tems les dépôts s'accumuler avant de les déplacer.

3°. Enfin, parce que les sables soumis au travail des grandes tables, sont moins grossiers et moins riches que ceux des petites.

De là, toutes les différences qui existent entre ces deux manipulations.

Afin de ne rien omettre de ce qui a rapport à la nouvelle méthode, je vais décrire une opération sur les grandes tables de percussion. (Pour le travail d'été, travail des minerais).

Travail d'été.

1°. On transporte dans la caisse *a* le sable destiné au premier travail (environ 2 à 3<sup>quint.</sup>), et le courant d'eau l'entraîne sur le crible horizontal à travers lequel les parties les plus fines parviennent sur la table. Dans le commencement de l'opération, la table a sur sa longueur, qui est de 4<sup>mètres</sup>, 52, une inclinaison de 0<sup>mètres</sup>, 17, c'est-à-dire, environ un demi-pouce par pied.

Description d'une opération complète sur les tables de percussion.

2°. Les matières s'accumulent sur la table et y forment un talus fort allongé; quand ce talus a atteint la hauteur d'un pouce, l'ouvrier, au moyen du levier *p*, indiqué sur le dessin, fait relever l'extrémité inférieure de la table, afin de conserver toujours la même inclinaison au plan sur lequel se déposent les matières. Le bout du levier dont il est ici question, se trouve près du haut de la table, et glisse dans une pièce de bois verticale, percée de dix trous qui sont placés l'un au-dessus de l'autre, et distans

l'un de l'autre de 9 centimètres et demi. Quand on abaisse le bout du levier, de la distance d'un trou au trou immédiatement inférieur, l'extrémité inférieure de la table se trouve relevée environ d'un demi-pouce à trois quarts de pouce.

3°. A mesure que les matières sont entraînées par l'eau, l'ouvrier a soin de les ramener autant qu'il lui est possible, au moyen d'un rouable de bois, du milieu de la table vers le haut; il exécute cette manœuvre en marchant sur la table même où les sables entassés ont assez de consistance pour le porter.

4°. Dans le travail d'été, après qu'on a passé sur la caisse supérieure environ 30 quintaux de sable tiré des compartimens indiqués plus haut, ce qui a lieu en huit heures de tems, le talus s'est élevé à la hauteur d'un décimètre dans la partie supérieure de la table; alors on divise tout le dépôt en trois bandes transversales. La longueur de chacune est indiquée sur le rebord de la table, ce qui sert de guide à l'ouvrier. (Voyez au profil *c, b, d*).

La bande transversale supérieure (*oberstich*) a une longueur d'un mètre seize centimètres (ci 1<sup>mét.</sup>, 16); la seconde bande (*mittelstich*), une longueur de 1<sup>mét.</sup>, 39; la troisième bande (*unsterstich*), une longueur de 1<sup>mét.</sup>, 61.

5°. On enlève à la pelle les matières qui forment ces trois bandes, et on les dépose en trois tas séparées sur le sol de l'atelier; (c'est un des inconvéniens de cette méthode d'exiger beaucoup de place pour les manipulations).

6°. La bande supérieure (*oberstich*) d'une seule opération, fournit environ quatre quintaux de matière qui, par un travail subséquent

Travail du  
schlich dit  
stossherd  
schlich.

sur la même table de percussion, procure le schlich dit *stossherd schlich*; la seconde bande (*mittelstich*) fournit environ six quintaux de matière moins riche que la précédente; et la troisième bande (*unterstich*) environ un demi-quintal de matière inférieure: on sentira que je n'annonce ces nombres que pour indiquer des rapports; car ces résultats sont variables en raison de la nature des sables soumis à l'opération.

7°. Quand on a mis de côté une quantité suffisante d'*oberstich*, de *mittelstich* et d'*unterstich*, résultans de plusieurs opérations semblables à celles que je viens de décrire, on retravaille séparément sur la table de percussion les deux tas formés d'*oberstich* et de *mittelstich*; l'*oberstich* repasse au moins une fois sur la table, avant de donner le *stossherd schlich* qui alors se trouve former la bande supérieure. Quelquefois il faut repasser le *mittelstich* trois et quatre fois sur la table.

A chaque opération, on refait les divisions telles que je les ai indiquées, et de cette manière on ne peut jamais regarder le travail comme fini, ainsi que je l'ai expliqué ailleurs pour la manipulation des caisses à tombeau, parce qu'une nouvelle opération mêle ses produits à ceux de l'opération précédente, c'est-à-dire, parce que le *mittelstich* redonne de l'*oberstich*, et ainsi de suite, etc.

Quant à l'*unterstich*, troisième bande, on le travaille sur les tables inclinées *K'* à l'ordinaire, ainsi que l'*unterfass* qui tombe dans le conduit situé à l'extrémité de la table, pendant les opérations où l'on repasse de l'*oberstich* ou

Emploi des  
rebuts du  
travail.

du *mittelstich* déjà formés ; mais ce qui se rend dans le conduit dit *unterfass* , pendant le premier travail des sables , est mis de côté , comme *after* , réservé au travail de l'hiver.

Frais de construction de l'atelier suivant la nouvelle méthode.

L'atelier de Bockswiese, dont j'ai présenté le plan, a coûté 5735 flor. 10 gr. 1 pf. , y compris l'atelier de criblage où se trouve la machine dite *erzwaesche* , pl. II. Cette somme représente 3186 R. thaler 14 myr. 1 pf. en argent de Hanovre , ou 12745 fr. argent de France.

Produit des travaux.

Dans l'atelier de Bockswiese, on peut travailler par semaine, pendant l'été, 160 tonnes de minerai ; il en résulte ordinairement environ :

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                   |                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Produit ordinaire de 160 tonnes de minerai à l'atelier de Bockswiese. . . . . | $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Graben schlich} . . . . . 13^{\text{quint.}} \\ \textit{Schwaenzel} . . . . . 5 \\ \textit{Stossherd schlich} . . . . . 7 \\ \textit{Kehrrerd schlich} , \\ \text{tant } \textit{untergeren-} \\ \text{ne que } \textit{schlamm} \\ \textit{schlich} . . . . . 10 \\ \textit{Setz schlich} . . . . . 7 \end{array} \right\}$ | Plus, les rebuts et <i>alters</i> à retravailler. |                                                  |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                   | Total, par semaine. . . . . 42 <sup>quint.</sup> |

Nombre d'ouvriers nécessaires pour l'atelier.

On peut estimer la tonne (taux moyen) à quatre quintaux. Le nombre des ouvriers nécessaires pour toute la suite du travail décrit, est ainsi qu'il suit :

|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Nombre d'ouvriers nécessaires pour un atelier de la nouvelle méthode. | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Pour le bocard} . . . . . 1^{\text{de j. et 1 de n.}} \\ \text{— les 4 petites tables à secousse} . . . . . 3 \\ \text{— les 2 caisses à tombeau} . . . . . 3 \\ \text{— les 2 tables de percussion} . . . . . 2 \\ \text{— les 4 tables à balais} . . . . . 4 \\ \text{— les transports à la brouette} . . . . . 1 \end{array} \right\}$ |                                              |
|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Plus, le chef d'atelier <i>pochsteiger</i> . |

Prix de main-d'œuvre.

Le prix total de la main-d'œuvre est par semaine 17 florins 8 gros, y compris le traitement

du chef d'atelier qui reçoit 3 florins 1 gros par semaine. Ainsi, quinze enfans de douze à seize ans gagnent à eux tous par semaine dans cet atelier, 14 florins 7 gros ; chacun d'eux a son salaire fixé en raison de ses fonctions. (Il ne s'agit dans tout ce Traité que de florins de 20 gros).

Travail d'hiver.

Dans l'hiver, le travail du nouvel atelier de Bockswiese est infiniment plus simple que dans l'été, parce qu'on ne travaille alors que les *alters*.

1°. On démonte la table de séparation *B* et les petites tables à secousse *D, E*.

2°. Les sables arrivent de suite dans la caisse mobile *d* ; de là on les passe sur les grandes tables de percussion ; l'*oberstich*, ou bande supérieure qui résulte de leur traitement sur ces tables, est de suite travaillé en *schwaenzel* dans les caisses à tombeau ; le *mittelstich* ou bande du milieu, est repassé sur les tables de percussion, et redonne un *oberstich* que l'on traite comme le premier, sans faire d'autre *schlich* que du *schwaenzel* ; l'*unterstich* ou bande inférieure, est rejetée comme ne contenant plus rien d'utile. En général, quand les bourbes ne contiennent plus qu'une demi-livre de plomb au quintal, on les rejette au Hartz.

3°. Dans l'hiver, les sables de tous les conduits depuis *e* inclusivement, sont travaillés sur les tables inclinées à balai.

On a déjà reconnu beaucoup d'inconvéniens à la disposition de l'atelier de Bockswiese, et beaucoup de personnes expérimentées assurent que cette nouvelle méthode ne vaut pas l'ancienne méthode perfectionnée, du moins pour

Inconvéniens de la nouvelle méthode.



le traitement des minerais du Hartz. D'autres personnes prétendent qu'en Saxe les tables de percussion procurent les plus grands avantages; les uns et les autres peuvent avoir raison; car il est incontestable que la nature et la disposition de la gangue, dans les morceaux de minerai à bocarder, introduit d'énormes différences entre les manipulations qui leur conviennent. Peut-être la forte secousse des tables de percussion serait-elle plus convenable aux minerais dans lesquels la gangue est lourde, qu'aux minerais dans lesquels il y a un mélange de diverses gangues légères; peut-être devrait-on se contenter de traiter sur les tables de percussion les sables très-fins, et sur-tout éviter qu'il y eût une grande différence de volume entre les grains de minerai et les grains de gangue, comme cela se voit quelquefois dans l'atelier que j'ai décrit; au reste, mon objet n'est point d'examiner ici, sous le point de vue théorique, l'effet des tables de percussion sur le minerai qu'on leur livre; qu'il me suffise d'avoir indiqué que cette manipulation ne semble pas applicable à toute espèce de minerai; pour juger de son effet total sur les sables qu'on se propose de lui soumettre, il faut apprécier avec beaucoup de sagacité les effets partiels qui dans l'opération proviennent de la secousse du courant d'eau sur la table, de la pesanteur spécifique des minerais et des gangues, de la diversité de celles-ci, du volume, de la forme et de la disposition respective des grains, tant de gangue que de minerai, effets partiels très-variables, et dont il ne peut se composer, ce me semble, qu'un effet total aussi très-variable, je ne dis pas pour une

une même espèce de minerai traité dans un même atelier, comme à Bockswiese, où le résultat de la manipulation est assez constant, mais pour des ateliers différens où l'on traite des minerais à gangues différentes. J'ai indiqué plus haut quelles sont les gangues des minerais traités à Bockswiese; je vais présenter les principaux résultats d'une expérience que j'ai fait faire dans cet atelier, suivant la manipulation d'été que j'ai décrite plus haut. Par ce moyen, on pourra, jusqu'à un certain point, prévoir quel sera le résultat de cette manipulation, si on l'applique à des minerais plus ou moins différens de ceux de Bockswiese.

On se rappelle que j'ai présenté plus haut les résultats d'une expérience comparative entre les tables à toile et les tables inclinées à balais; l'expérience dont les résultats suivront, a été faite comparativement entre les tables à toile et les tables de percussion, ou pour mieux dire, entre l'ancienne méthode, que j'ai appelée *intermédiaire*, page 112, et la nouvelle; on pourra par analogie juger quel serait le résultat d'une expérience faite immédiatement entre les tables inclinées et les tables de percussion, c'est-à-dire, entre l'ancienne méthode perfectionnée et la nouvelle.

Il faut remarquer que le bocard de *Hahnenklee* (dont il va être question) est suivant l'ancienne méthode *intermédiaire*, c'est-à-dire, que tout, jusqu'à la confection du *schlamm schlich* exclusivement, est comme dans la plus ancienne méthode, mais le *schlamm schlich* est préparé sur trois tables à balais.

Volume 17.

N

Comparai-  
son de l'an-  
cienne mé-  
thode et de  
la nouvelle.

Résultats de l'expérience comparative faite à cet égard.

Les résultats de l'expérience comparative faite au bocard de Hahnenklee et au bocard de Bockswiese construits; le premier suivant l'ancienne méthode *intermédiaire*, le second suivant la nouvelle méthode avec tables de percussion, sont exposés en détail sur un tableau ci-joint. Je n'aurai que quelques réflexions à y ajouter.

RÉSULTATS d'une expérience comparative sur la préparation des Schlichs, faite au Hartz en 1803, d'une part à l'atelier du bocard de Hahnenklee (ancienne méthode), de l'autre à l'atelier du bocard de Bockswiese (nouvelle méthode), dans l'un et l'autre avec les minerais de plomb sulfuré de la mine dite Herzog August et Johann Friedrich, District de Zellerfeld.

ATELIERS DU BOCARD DE

|                                                                                                                | BOCKSWIESE.<br>(Nouvelle méthode.) | HAHNENKLEE.<br>(Ancienne méthode.)     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| Quantité de minerais employés,<br>Treiben de 40 tonnes chacun. . . . .                                         | 5. . . . .                         | 5.                                     |
| Tems et ouvriers employés.                                                                                     |                                    |                                        |
| 1°. Pour laver et trier. — Ouvriers. . .                                                                       | 9. . . . .                         | 6.                                     |
| Heures. . . . .                                                                                                | 48. . . . .                        | 45.                                    |
| 2°. Pour bocarder et réduire en schlich.<br>Ouvriers. . . . .                                                  | 10. . . . .                        | 12.                                    |
| Heures pour bocarder. . . . .                                                                                  | 145. . . . .                       | 103 $\frac{1}{2}$ .                    |
| — pour réduire en schlich. . . . .                                                                             | 74. . . . .                        | 76.                                    |
| Prix de main-d'œuvre.                                                                                          |                                    |                                        |
| 1°. Pour le lavage. . . . .                                                                                    | 6 fl. 19 gr. . .                   | 6 flor. 2 gr. 2 pf.                    |
| 2°. Pour le bocardage. . . . .                                                                                 | 24 19 . . . . .                    | 20 7 6 . . . . .                       |
| Produit des cinq treiben de minerais en schlich sec, le quintal compté à 118 L. suivant l'usage de Zellerfeld. |                                    |                                        |
| Stuff schlich. . . . .                                                                                         | 34 $\frac{0}{0}$ 16 liv. . .       | 21 $\frac{0}{0}$ 74 liv.               |
| Setz schlich. . . . .                                                                                          | 8 3 . . . . .                      | 9 31 . . . . .                         |
| Graben schlich. . . . .                                                                                        | 16 50 . . . . .                    | 16 102 . . . . .                       |
| Schwaenzel. . . . .                                                                                            | 5 115 . . . . .                    | 17 6 . . . . .                         |
| Grob gewaschen schlich. . . . .                                                                                | . . . . .                          | 4 50 . . . . .                         |
| Untergereune schlich des tables à toile.                                                                       | . . . . .                          | 20 32 $\frac{1}{2}$ . . . . .          |
| Schlamm schlich des tables à balais. .                                                                         | 8 75 . . . . .                     | 4 114 . . . . .                        |
| Stossherd schlich des tables à percussion. . . . .                                                             | 6 60 . . . . .                     | . . . . .                              |
| Total des schlichs. . . . .                                                                                    | 79 $\frac{0}{0}$ 83 liv. . .       | 94 $\frac{0}{0}$ 55 $\frac{1}{2}$ liv. |

ATELIERS DU BOCARD DE

Suite.

|                                                                               | BOCKSWIESE.<br>(Nouvelle méthode.) | HAHNENKLEE.<br>(Ancienne méthode.) |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Richesse des schlichs d'après l'essai, savoir:                                |                                    |                                    |
| En argent. . . . .                                                            | 9 mar. 10 $\frac{3}{4}$ lots.      | 10 mar. 1 $\frac{1}{2}$ lots.      |
| En plomb. . . . .                                                             | 45 $\frac{0}{0}$ 67 liv. . .       | 47 $\frac{0}{0}$ 77 liv.           |
| Recette provenant des schlichs.                                               |                                    |                                    |
| 1°. Pour argent compté à 21 fl. 6 gros le marc. . . . .                       | 205 fl. 18 gr. 7 $\frac{1}{8}$ pf. | 214 fl. 13 gr. 3 $\frac{1}{8}$ pf. |
| 2°. Pour plomb compté à 4 fl. 19 gros le $\frac{0}{0}$ de 116 livres. . . . . | 225 12 1 $\frac{7}{8}$ . . .       | 235 18 6 $\frac{3}{8}$ . . .       |
| Totaux de la recette. . . . .                                                 | 431 10 9 $\frac{3}{4}$ . . .       | 450 11 9 $\frac{3}{4}$ . . .       |
| Nota. Les florins sont de 20 gros selon l'usage des bocards.                  |                                    |                                    |
| Dépenses de la préparation des schlichs et frais subséquens.                  |                                    |                                    |
| 1°. Lavage et bocardage. . . . .                                              | 31 fl. 18 gr. . . .                | 26 fl 9 gr. 6 pf.                  |
| 2°. Fondage compté à 30 gros le quintal. . . . .                              | 120 4 . . . . .                    | 141 14 » . . . . .                 |
| Totaux de la dépense. . . . .                                                 | 152 2 . . . . .                    | 168 3 6 . . . . .                  |
| Excès de la recette sur la dépense. . .                                       | 279 8 9 $\frac{3}{4}$ . . . .      | 282 8 3 $\frac{1}{4}$ . . . .      |

Dans chacun des deux bocards on a employé cinq *treiben* ou 200 tonnes du même minerais; on avait apporté tous les soins possibles à rendre cette première donnée parfaitement égale de part et d'autre. Les minerais provenaient de la mine de *Herzog August et Johann Friedrich*. Les 200 tonnes de minerais employées au bocard de Hahnenklee, suivant l'ancienne méthode, ont procuré de plus que les 200 tonnes employées à Bockswiese, suivant la nouvelle, six lots et demi, c'est-à-dire, 3 onces  $\frac{1}{4}$  d'argent, et deux quintaux dix livres de plomb. Ce premier désavantage du bocard de Bockswiese ne doit pas être attribué à l'infériorité de la

Observations.

nouvelle méthode; elle me semble provenir de ce qu'il manque au nouvel atelier une table à toiles sur laquelle on puisse faire subir une opération de plus aux bourbes grossières des caisses à tombeau; en effet, par cette seule opération ultérieure, qui n'a pas eu lieu à Bockswiese, l'ancien atelier de *Hanenkle* a obtenu quatre quintaux 50 livres de l'espèce de schlich appelée *grob gewaschen*; ce schlich tient au quintal (d'après l'essai) deux lots (une once) d'argent et 62 livres de plomb. Ainsi, le bénéfice direct de cette seule manipulation, a été neuf lots d'argent et deux quintaux 42 livres de plomb pour *Hanenkle*, tandis qu'à Bockswiese cette quantité d'argent et de plomb est restée dans le rebut dit *after*, où elle se retrouvera vraisemblablement par un travail ultérieur.

A l'atelier de *Hanenkle*, on a employé 103 heures et demie pour le bocardage des 200 tonnes; à *Bockswiese* elle a exigé 145 heures de travail, et par conséquent 41 heures et demie de plus qu'à *Hanenkle*; cette différence provient évidemment de la différence de vitesse des machines dans les deux ateliers. A *Bockswiese*, chaque pilon du bocard tombe de 36 à 42 fois par minute; à *Hanenkle*, chaque pilon tombe de 48 à 54 fois dans ce même tems. Il faut encore tenir compte ici d'une différence accidentelle qui a eu lieu dans la manipulation des premiers dépôts dits *schlamm forrath*, traités d'une part (à *Bockswiese*) sur les petites tables à secousse, et de l'autre (à *Hanenkle*) dans les caisses à tombeau. La manipulation sur les petites tables à secousse demande que la vitesse des tables soit modifiée

proportionnellement à la grosseur des grains soumis au travail. Cette condition n'a pas toujours pu être remplie à volonté pendant le tems de l'expérience faite à Bockswiese, parce que le manque d'eau n'a permis quelquefois que d'imprimer un mouvement très-lent à la machine.

Jusqu'à présent, nous avons vu dans la méthode de Bockswiese quelques désavantages qui semblent, il est vrai, de nature à être évités; mais on ne peut nier que ce ne soit un désavantage réel pour une méthode de lavage, que de ne pouvoir pas être employée à-peu-près uniformément dans toutes les saisons et dans toutes les circonstances; c'est ce que l'on peut reprocher à l'atelier de Bockswiese, où il arrive d'ailleurs assez souvent que les machines, quoique fort bien construites, exigent des réparations ou des changemens qui interrompent l'ordre du travail.

La saison n'a pas permis de pousser plus loin l'expérience que je me propose de répéter plus en grand, dès que les circonstances le permettront.

D'après les résultats que je présente au tableau, les 200 tonnes de minerai employées à l'atelier de *Hanenkle*, ont occasionné de plus que les 200 tonnes employées à *Bockswiese*, une recette de 2 florins 19 mg. 3 pf.; mais je ne voudrais pas me presser d'en conclure que la méthode de Bockswiese soit inférieure.

Au contraire, si l'on compare les résultats des deux méthodes, à compter du moment où (les sables ayant été traités de part et d'autre en *graben schlich* et *schwaenzel*), il ne s'agit

Différence  
du produit  
des deux  
méthodes.

que des *bourbes* déposées, 1<sup>o</sup>. pour l'atelier de *Bockswiese*, depuis le commencement du conduit *e*, et 2<sup>o</sup>. pour l'atelier de *Hahnenklee*, depuis le commencement du conduit dit *untergerenne*, il paraît que le travail de *Bockswiese* n'est point sans avantage.

Avantages  
de la nou-  
velle mé-  
thode.

En effet, 1<sup>o</sup>. A *Bockswiese*, toutes les *bourbes* provenues des 200 tonnes de minerai, ont été traitées sur quatre tables inclinées à balais, et sur deux grandes tables de percussion, par cinq ouvriers, en 40 heures; il en a résulté 15 quint. 17 liv. de schlich, tenant pour la totalité un marc 15 lots et  $\frac{1}{4}$  d'argent, et 8 q. 98 liv. de plomb.

2<sup>o</sup>. A *Hahnenklee*, les *bourbes* provenues des 200 tonnes de minerai, ont été traitées sur trois tables à toiles; et sur trois tables inclinées à balais, par neuf ouvriers, en 50 heures; il en a résulté 29 quint. 78 liv.  $\frac{1}{2}$  de schlich, tenant pour la totalité un marc 11 lots  $\frac{1}{4}$  d'argent, et 3 quint. 13 livres de plomb.

D'après ces résultats, il me semble que si la manipulation de *Bockswiese* a quelqu'avantage réel sur l'ancienne méthode (*intermédiaire*) de l'atelier de *Hahnenklee*, le profit doit se trouver dans la partie du travail dont je viens de présenter les résultats comparés; c'est ce qui m'a fait dire plus haut que peut être on devrait se contenter de traiter les *sables fins* ou *bourbes* sur les tables de percussion; reste à savoir si le profit partiel que nous venons de remarquer dans la nouvelle méthode, ne s'opère pas aux dépens de quelque autre partie de la manipulation totale; on peut, à cet égard, comparer les détails qui se trouvent sur le tableau ci-joint.

Comme je crois important de rendre aussi

exacte que possible l'expérience comparative que je viens de rapporter, je me propose de la faire recommencer sur des quantités de minerai plus considérables, et dans les circonstances les plus propres à une comparaison exacte.

L'on emploiera de part et d'autre 1200 tonnes de minerai, et l'on fera ensorte que la quantité de *bourbes* à traiter sur les grandes tables de percussion soit au moins de 100 quintaux; car il faut remarquer qu'en opérant sur une quantité moindre, le déplacement répété des mêmes *bourbes* fait perdre beaucoup de tems, et d'ailleurs qu'il reste toujours de côté de petites quantités de *bourbes* trop considérables pour donner lieu à une manipulation particulière.

Projet  
d'une nou-  
velle expé-  
rience com-  
parative.

J'ose promettre, à cet égard, des résultats rigoureux; la mission que je remplis au Hartz m'en donne la facilité; qu'il me soit permis d'ajouter ici que j'ai sur-tout lieu de compter sur le zèle infatigable que le *Berghausman* du Hartz, M. de Nieding, apporte, ainsi que tous les officiers des mines qui sont sous ses ordres, tant à étendre les connaissances relatives à notre art, qu'à me procurer tous les moyens de fournir à la France les renseignements les plus circonstanciés sur les mines et usines du Hartz.

Quant à présent, la seule conclusion que je veuille tirer de l'expérience ci-dessus, c'est qu'il n'est point du tout reconnu aux mines du Hartz que la manipulation sur les tables de percussion, c'est-à-dire, l'ensemble des travaux que j'ai désignés par le nom de *nouvelle méthode*, l'emporte sur l'ancienne méthode corrigée. En effet, considérons que cette nouvelle

Ce que l'on  
doit penser  
quant à pré-  
sent de la  
nouvelle  
méthode.

méthode est plus coûteuse, pour la construction de l'atelier, *pl. IV*; considérons de plus qu'à peine elle soutient le parallèle (dans le tableau ci-joint) avec une méthode qui à la vérité n'est pas tout à fait l'ancienne méthode, mais qui bien certainement est loin de valoir la méthode que j'ai appelée *méthode ancienne corrigée*, et dont on voit l'atelier, *pl. III*; considérons enfin que l'on s'occupe actuellement au Hartz, de faire dans la nouvelle méthode, des changemens qui la rapprocheront presque totalement de l'ancienne méthode corrigée: d'après ces faits, il me semble que l'avantage reste, quant à présent, à la méthode ancienne corrigée; du moins, ayant un bocard à construire, je conseillerais plutôt de se décider pour l'atelier, *pl. III*, que pour le second atelier: dans ce moment, plusieurs ateliers de bocard sont en construction au Hartz, et l'on en construit plus suivant l'ancienne méthode corrigée que suivant la nouvelle. Souvent, à la vérité, il ne s'agit dans ces constructions que de corriger les vieux ateliers.

#### *Nouvelle Méthode corrigée.*

Il me reste à exposer la nouvelle méthode corrigée; cette dernière partie du Traité sera divisée en deux articles, 1<sup>o</sup>. Nouvelle méthode corrigée, comprenant les changemens que l'on s'occupe de faire à l'atelier de Bockswiese, *pl. IV*. 2<sup>o</sup>. Nouvelle méthode corrigée, comprenant les détails de disposition et de manipulation relatifs à un grand atelier de bocardage que l'on construit à Andreasberg.

1<sup>o</sup>. A Bockswiese, l'auge du bocard sera comme dans les anciens ateliers, placée au niveau du sol, et déjà l'on a supprimé les caisses *m, m*, d'où le minerai tombait de lui-même dans l'auge, parce que le changement à la main est plus sûr, plus égal, et sur-tout pendant l'hiver, tems auquel l'*after* humide gèle facilement dans la caisse, et arrête souvent le service de l'auge.

2<sup>o</sup>. Le conduit des sables, au sortir de l'auge, sera divisé, comme dans l'ancienne méthode corrigée, en *reichgerenne*, *schossggerenne* et *untergerenne*.

3<sup>o</sup>. La table de séparation *B* et la caisse mobile *d*, seront supprimées, tant parce que de telles dispositions sont fragiles et assujétissantes, que parce qu'il arrive souvent que la gelée arrête totalement leur mouvement.

4<sup>o</sup>. Les sables, au sortir des premiers conduits indiqués plus haut, seront de suite traités sur les petites tables à secousse, suivant la méthode décrite ci-dessus.

5<sup>o</sup>. L'on n'ajoutera une nouvelle caisse à tombeau *schlemm grab* aux deux caisses de cette espèce qui existent déjà dans l'atelier, et dans ces trois caisses on travaillera à l'ordinaire en *schwaenzel*, le rebut des petites tables à secousse déposé dans les conduits *b* près d'elles.

6<sup>o</sup>. L'on établira une table à toiles telle que celle usitée dans l'ancienne méthode; ici elle sera employée à traiter le rebut des petites tables à secousse déposé dans les conduits *c* près

Change-  
mens faits  
dans l'ate-  
lier de  
Bockswie-  
se, *pl. IV*.

d'elles, et autrefois mis de côté comme *after*. De cette manière on fera du schlich dit *grobhe-wascher*, suivant le procédé décrit plus haut, absolument comme dans les ateliers de l'ancienne méthode corrigée.

7°. Le sable à traiter sur les grandes tables de percussion sera pris des conduits *e, g, f*, comme ci-devant; il faut remarquer que ce sable sera plus fin qu'il n'était ci-devant, et je pense, comme je l'ai indiqué plus haut, qu'alors le travail des grandes tables de percussion sera plus avantageux.

8°. Le reste du travail aura lieu pour tout l'atelier, ainsi qu'il a été décrit ci-dessus.

Il me paraît indubitable que l'on obtiendra, par le moyen de la nouvelle méthode corrigée, des résultats plus satisfaisans à Bockswiese, que ceux que j'ai présentés dans le tableau de l'expérience qui a eu lieu. C'est suivant cette nouvelle méthode corrigée que sera faite la nouvelle expérience que j'ai annoncée ci-dessus; il faut, pour qu'on puisse la commencer, non-seulement que les changemens à faire dans l'atelier soient terminés, mais encore que la saison soit enfin devenue favorable.

Nouvelle méthode corrigée à l'atelier neuf d'Andreasberg.

Je passe à la nouvelle méthode corrigée telle qu'elle sera très-incessamment mise en activité dans l'atelier de *Neufang*, auprès d'*Andreasberg*.

A l'atelier de *Neufang*, le bocard est à neuf pilons, où, pour mieux dire, trois bocards chacun de trois pilons se font suite sur une même ligne droite, ainsi que je l'ai expliqué plus haut pour deux bocards contigus.

Au sortir des auges, les sables se réuniront dans les conduits désignés plus haut par les noms de *reichgerenne*, *schossgerenne*, *untergerenne*, absolument comme dans l'ancienne méthode corrigée.

Premiers conduits des sables.

Au sortir du conduit dit *untergerenne*, les eaux du bocard passeront sur deux planchers de séparation, tels que ceux désignés (*pl. IV*) par les lettres *g* et *f*, avec cette seule différence qu'ici chaque plancher sera divisé en cinq cases; de là, les eaux se rendront dans les conduits du labyrinthe dits *schlammgerenne*, et enfin dans douze réservoirs à bourbe placés hors de l'atelier.

Conduits ultérieurs.

Pour les diverses manipulations à exécuter sur les sables et bourbes des différens conduits et réservoirs dont il vient d'être question, on a établi trois petites tables à secousse, trois caisses à tombeau, une table à toiles avec son conduit en gratins, deux tables inclinées à balais combinées avec une grande table de percussion qui leur fait suite, et huit tables inclinées à balais avec un patouillet propre à remuer les vases tenues qui doivent couler sur ces huit tables.

Ensemble des machines disposées dans l'atelier neuf d'Andreasberg.

1°. Sur les petites tables à secousse, on travaillera (comme il a été expliqué plus haut) les sables déposés dans le conduit riche, *reichgerenne*, et dans le conduit suivant *schossgerenne*; il en résultera du *graben schlich*.

Destination des différentes machines.

2°. Dans les caisses à tombeau, on travaillera le bon rebut des petites tables à secousse; il en résultera le schlich appelé *schwaenzel*.

Ordre et résultats des divers travaux.

3°. Sur la table à toiles, on travaillera le rebut inférieur des petites tables à secousse et le rebut des caisses à tombeau; il en résultera, 1°. sur les gradins du conduit, des grains (*kornen*) que l'on mettra de côté pour les travailler en *schwaenzel* dans les caisses à tombeau, quand on en aura une quantité suffisante. 2°. Sur les cinq premières toiles de la table, on recueillera l'espèce de schlich dite *grogewascher*. 3°. Sur la sixième et la septième toile, on recueillera le schlich impur nommé *unreine schlich*. 4°. Sur la huitième, neuvième et dixième toile, on aura le schlich ébauché dit *unterfass*. 5°. Ce qui se rendra au-delà des toiles sera l'*after*; le schlich impur et le schlich ébauché seront retravaillés sur la table à toiles comme il a été dit plus haut. L'*after* sera mis en dépôt pour l'hiver.

4°. Sur les deux tables inclinées contiguës à la grande table de percussion, on travaillera les dépôts formés dans le conduit dit *untergerenne*, et sur les trois premières cases de chacun des deux planchers *g, f* de séparation; il en résultera le schlich dit *untergerenne*. Le rebut de ce travail tombera immédiatement sur la grande table de percussion sans avoir repassé sur les tables inclinées à balais, et de suite il sera travaillé sur cette grande table de percussion, suivant le procédé que j'ai décrit, sauf quelques modifications que je vais indiquer.

5°. Ce qui se rendra au-delà de la grande table de percussion, sera mis en dépôt comme *after*. Ce qui restera sur cette table ne sera divisé qu'en deux bandes transversales, bande

Change-  
mens dans  
la manipu-  
lation sur  
les tables  
de percus-  
sion.

supérieure (*oberstich*), et bande inférieure (*unterstich*). La bande supérieure sera mise à part, et quand on aura formé un tas suffisant des sables dont elle doit se composer, on les retravaillera seuls sur la table de percussion, où ils repasseront trois ou quatre fois; il en résultera sur le haut de la table le schlich dit *stosshend schlich*.

6°. Le rebut des dernières manipulations sur la grande table de percussion sera reçu dans le conduit inférieur dit *unterfass*; ce dépôt et la bande inférieure obtenue des premières manipulations, seront travaillés sur les deux premières des huit tables inclinées à balais et à patouillet. Il en résultera le schlich dit *schlamm schlich*, un *schlich ébauché (unterfass)* qui sera retravaillé sur la table, et de l'*after* qui sera mis en dépôt pour l'hiver.

7°. Toutes les autres vases obtenues, 1°. des deux dernières cases de chacun des planchers de séparation, 2°. des conduits du labyrinthe (*schlamm gerenne*), 3°. des réservoirs extérieurs, seront travaillées sur six des huit tables à balais et à patouillet; il en résultera le *schlich* dit *schlamm schlich*, du schlich ébauché (*unterfass*) qui sera repassé sur la table à l'ordinaire, et qui donnera encore *schlamm schlich*, *unterfass* et *after*; mais ce dernier sera rejeté comme inutile.

Dans l'atelier que je viens de décrire, on pourra travailler par semaine 260 tonnes de minerai.

Suivant la richesse actuelle des minerais de

Produit es-  
péré de l'a-  
telier neuf.

*Neufang* on pourra obtenir des 260 tonnes par semaine :

|                                                                          |   |                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------|-----------|
| Produit espéré<br>de 260 tonnes<br>de minerai de<br><i>Neufang</i> . . . | } | <i>Graben schlich</i> . . . . .    | 18 quint. |
|                                                                          |   | <i>Schwaenzel</i> . . . . .        | 24        |
|                                                                          |   | <i>Grobgewaschen</i> . . . . .     | 3         |
|                                                                          |   | <i>Untergereanne</i> . . . . .     | 10        |
|                                                                          |   | <i>Stossherd schlich</i> . . . . . | 4         |
|                                                                          |   | <i>Schlamm schlich</i> . . . . .   | 20        |
|                                                                          |   | <i>Setz schlich</i> . . . . .      | 12        |
| Total par semaine. . . . .                                               |   |                                    | 91 quint. |

*Nota.* Le *setz schlich* sera formé séparément dans une caisse à tombeau consacrée à ce travail particulier ; je dois encore faire observer que pour le criblage préliminaire des minerais, on a établi dans l'intérieur de l'atelier deux machines dites *ratterwaesche*, semblables à celle que je présente, *pl. II*, et un crible par dépôt, même *planche* ; ces manipulations s'exécuteront comme il a été dit plus haut.

Pour toute la suite des travaux de l'atelier de *Neufang*, il faudra 34 ouvriers.

La main-d'œuvre coûtera par semaine 27 fl. 2 gr. tout compris.

Le nouvel atelier de *Neufang* est le plus beau que j'aie vu au *Hartz* ; il a 179 pieds de long et 52 de large. Il a coûté environ 10000 florins de 20 gros.

*Conclusion.* L'atelier de *Neufang* me semble être le meilleur perfectionnement que l'on ait fait jusqu'ici (au *Hartz*) dans les diverses manières de bocarder et de laver les minerais ; ainsi je termine par lui ce *Traité* que j'ai rendu aussi clair qu'il m'a été possible, mais par cela même beaucoup plus long que je n'aurais voulu. Comme toutes les

parties de l'atelier de *Neufang* se trouvent dans leurs dimensions exactes, tant sur la *pl. IV*, relative à l'atelier de *Bockswiese*, que sur les autres dessins joints à ce *Traité*, il aurait été inutile d'en présenter un dessin particulier. Je finis en recommandant à l'attention bienveillante du Conseil des Mines de France ce recueil de *faits* ; quelques-uns des détails pourront entre ses mains contribuer à la prospérité des ateliers français, dont l'inspection lui est confiée, et dont les progrès font l'objet de sa sollicitude.

## A D D I T I O N S.

1°. *Note sur l'Atelier de criblage des mines de Dorothée et de Caroline.*

Comme presque tous les procédés décrits dans le cours de ce *Traité*, se trouvent réunis dans l'atelier des deux mines de *Dorothée* et de *Caroline*, je me suis vu forcé d'en renvoyer la description à la fin de l'ouvrage, quoique, suivant l'ordre des travaux, elle dût précéder le bocardage.

L'atelier a pour objet le criblage des menus morceaux *graben kleine*, provenans des deux mines de *Dorothée* et de *Caroline*, qui sont dans ce moment les deux mines les plus florissantes du *Hartz*, et même, à proprement parler, les deux seules qui donnent un grand profit à leurs actionnaires.

L'extraction des minerais y est si considérable, que seulement en menus morceaux et éclats (*graben kleine*) la mine de *Dorothée* fournit par semaine 12 *treiben*, (ou 480 tonnes)



de minerai, et la mine de Caroline 400 tonnes, (ou 10 treiben), sans compter, bien entendu, les gros morceaux dont j'ai décrit le traitement ailleurs.

Extraire ces menus morceaux par les puits principaux de ces deux mines, et les transporter aux ateliers de bocardage, devenait de jour en jour plus coûteux et plus incommode; pour parer à ces inconvénients, on fera sortir les tonnes de menus morceaux par le puits d'une autre mine nommée *Sainte-Elisabeth*, dont l'extraction propre languit; au sortir de ce puits, les tonnes de menus morceaux seront chargées sur les brouettes connues sous le nom de *chiens*, et, par une galerie percée dans la montagne de déblais qui sépare la mine de *Sainte-Elisabeth* de l'atelier de criblage, elles seront transportées à peu de frais dans celui-ci. Il en résultera sans doute une économie; car auparavant le transport de 40 tonnes de ces minerais au bocard, coûtait 10 florins; mais l'avance de fonds a été considérable; l'atelier seul a coûté environ 7000 florins.

Je passe à l'exposé des travaux qui doivent s'y exécuter très-incessamment, toutes les constructions étant aujourd'hui terminées.

I°. Sur la table *a* (1), on cassera au marteau

(1) L'auteur avait joint ici un dessin particulier, que les bornes qu'il faut mettre aux dépenses de ce Journal nous ont empêché de faire graver. Mais pour que nos lecteurs puissent comprendre plus aisément les dispositions particulières de l'atelier, nous laissons subsister dans la description les lettres qui en désignent les diverses parties. (*Note des Rédacteurs.*)

les

les plus gros morceaux où il se trouvera du minerai riche.

II°. Sur la machine du criblage *b c*, on traitera les menus morceaux et les éclats par le procédé décrit (page 89) pour la machine dite *ratterwaesche*. La machine *b c* n'est autre chose qu'une *ratterwaesche*, *pl. II*, dans laquelle deux caisses supérieures répondent à une seule caisse inférieure. Ainsi la machine *b c* procurera, suivant ce qui a été dit pages 89 et 90.

1°. *Klauberwerck*, morceaux à trier sur la table *b*, à laquelle on a ajouté un crible semblable à celui de la caisse supérieure, pour opérer par ce moyen un nouveau triage des morceaux de *klauberwerck*, relativement à leur grosseur et à leur richesse.

2°. Par les cribles de la caisse inférieure on aura *fein schlemm korn*, *ræsches schlemm korn*, *klein setzwerck*, et enfin il restera vers le point *c* *grob setzwerck*.

3°. Le *fein schlemm korn* se rendra dans le conduit *n*; le *ræsches schlemm korn* dans le conduit *r*. Les eaux du conduit *n*, après avoir déposé leurs sables dans les cases *p* à rebord, passeront dans les cases *z*; les eaux du conduit *r* se rendront dans les cases *p'* et de là en *z'*.

III°. Sur le crible par dépôt *setzmaschine d*, on travaillera, comme il a été dit page 91, le *klein setzwerck* et le *grob setzwerck*, mais séparément. Il en résultera un sable à travailler en *setz schlich* (*setz fasz*).

IV°. Sur la table à secousse *e*, on travaillera le *setz fasz* suivant le procédé décrit, et l'on

on obtiendra le *setz schlich*, en opérant absolument comme il a été dit pour la préparation du *graben schlich* sur les tables à secousse ; les rebuts de ce travail se rendront partie dans les conduits attenans à la table inclinée à balais *g*, partie hors de l'atelier.

V°. Les sables des conduits *pp*, et ceux des conduits *p' p'*, seront travaillés sur la table de percussion *f*, séparément et suivant le procédé décrit, avec les changemens apportés à cette manipulation dans l'atelier neuf d'Andreasberg;

VI°. Les sables des conduits *zz* et *z' z'* seront travaillés séparément sur la table inclinée à balais *g* suivant le procédé décrit ; les rebuts se rendront dans le conduit *x*, et seront retravaillés sur la table.

L'atelier est divisé en deux parties absolument semblables ; l'une destinée au service de la mine de Dorothée, emploiera 26 ouvriers ; l'autre destinée au service de la mine de Caroline emploiera 22 ouvriers. On travaillera dans cet atelier depuis quatre heures du matin jusqu'à quatre heures du soir. Le prix total de main-d'œuvre sera 32 flor. par semaine. Le produit *présumé* des travaux d'une semaine sera :

|                                                              |               |
|--------------------------------------------------------------|---------------|
| 1°. <i>Stuff schlich</i> provenant du triage sur les tables  |               |
| a. . . . .                                                   | 420 quintaux. |
| 2°. <i>Setz schlich</i> des tables <i>e</i> . . . . .        | 120           |
| 3°. <i>Schlich</i> des tables <i>f</i> et <i>g</i> . . . . . | 90            |

630 q. (ou 21 *raeste*.)

On voit que l'espérance très-fondée d'un tel produit, qui sera obtenu sans frais de voiture, était bien faite pour autoriser les dépenses que les constructions ont occasionnées ; c'est ainsi

que dans une vaste administration des mines, à laquelle les moyens d'exécution ne manquent point, tout est mis à profit et tourne à l'avantage des établissemens.

2°. *Note sur les Tables à percussion, et les moyens de faire varier le choc qu'elles reçoivent.*

Je présente sur la *planche V, fig. 6*, une nouvelle disposition du levier destiné à mouvoir la table à percussion, parce qu'elle est préférable à celle employée dans l'atelier de Bockswiese, *pl. IV*.

Dans la *fig. 6, pl. V*, la tringle *y q* glisse dans une pièce de bois verticale, de manière que le point *q* est abaissé ou élevé à volonté par le moyen d'une légère barre de fer verticale *z r* qui entre dans la pièce de bois verticale *r*. On sent qu'à l'aide de cette disposition on fait varier à volonté l'angle *xy*, et par conséquent que l'on donne à la table une percussion plus ou moins forte ; car à mesure que l'angle *y* augmente, la tringle *y q* débordé moins la pièce de bois horizontale au-delà de laquelle elle atteint la came de l'arbre tournant, et par conséquent la percussion est moins forte.

Il faut remarquer qu'au point *z* la tringle de fer *z r* est fixée par le moyen d'une charnière sur la tringle de bois *y q*, et retenue contre la pièce de bois verticale dans laquelle glisse la tringle de bois *y q*, au moyen d'un petit axe de fer horizontal ; celui-ci ne permet au point *z* de se mouvoir que verticalement, et suivant la pièce de bois verticale ; une fois qu'on a

pressé la tringle de fer, au moyen d'une vis horizontale *o*, le tout reste fixe. Cela posé, par exemple, pour donner à la table une percussion moins forte, on prend à la main la tringle de bois *qy*, on l'élève de manière à retirer la tringle de fer *zr* de sa gaine autant qu'on le juge nécessaire; cela fait, on serre la vis *o*; au contraire, pour donner une percussion moins forte, on abaisse la tringle de bois *qy*, et ainsi de suite, etc.

Cette disposition est avantageuse dans les manipulations des tables de percussion; car il est souvent nécessaire de faire varier la force du choc imprimé à la table. Par exemple, plus on laisse couler d'eau sur la table, plus il faut donner de force à la percussion et de vitesse au levier qui la procure; mais dans le même cas, il faut donner un peu moins d'inclinaison à la table; d'un autre côté, plus les sables soumis au travail sont grossiers, plus il faut donner de force à la percussion, afin d'augmenter le mouvement qui s'opère dans la gangue, et de faciliter sa séparation; ainsi dans ce cas, il faut aussi augmenter la vitesse du choc et la quantité d'eau courante; en général, la force du choc, la vitesse du choc, la quantité d'eau, l'inclinaison de la table, sont quatre quantités telles que si les trois premières croissent, la quatrième doit décroître dans la manipulation et réciproquement; il faut aussi observer que plus on donne d'eau, plus il faut entretenir de sable dans la caisse supérieure et réciproquement.

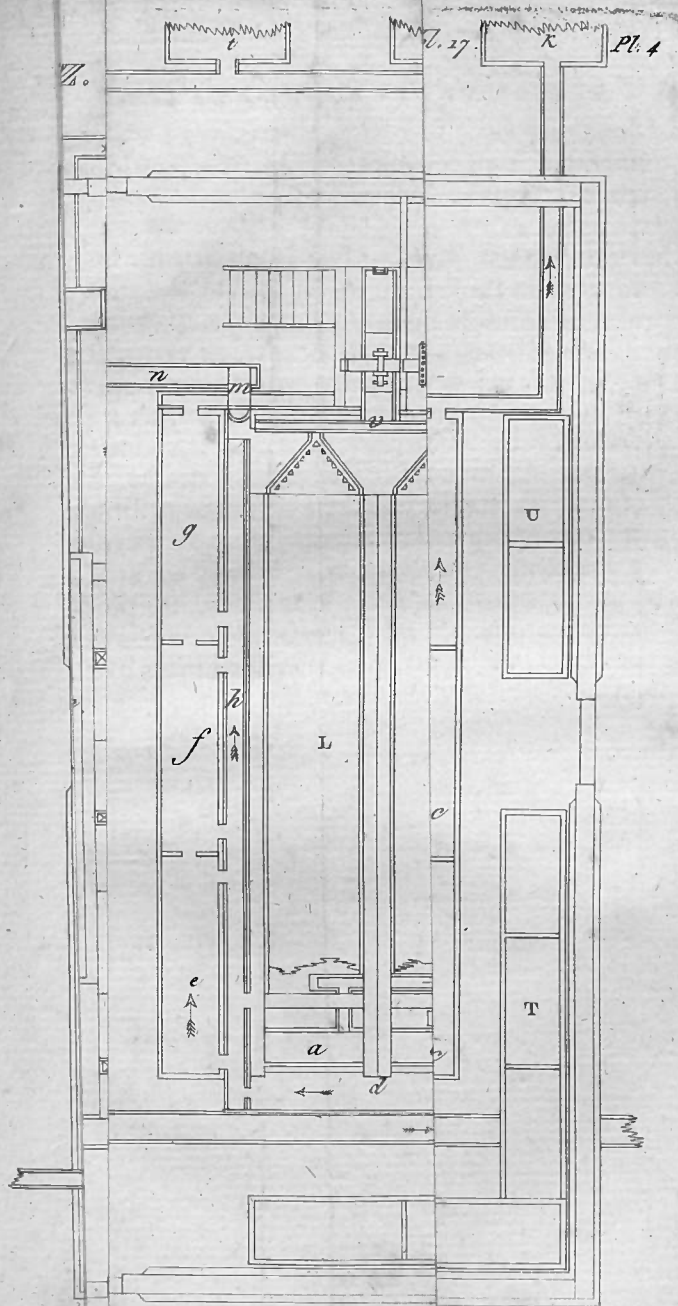
### 3°. Note sur les inclinaisons des Caisses et Tables à laver.

Quant à l'inclinaison des autres caisses et tables à laver, dont il est question dans ce Traité, c'est à tort que M. de Freiesleben, dans son ouvrage *sur le Hartz*, dit (tome I, page 212, article 299, et page 220, article 308) que l'on fait varier ces inclinaisons à volonté, suivant la nature de la gangue. Les inclinaisons de ces caisses et tables sont *invariablement* fixées par tout le Hartz, telles que je les présente dans les dessins, et jamais cette modification (qui serait peut-être fort bonne en théorie) n'a été mise en pratique au Hartz, tant parce qu'elle serait incommode et ferait perdre du tems, que parce qu'il faudrait l'employer trop souvent dans un bocard où affluent les minerais différens de plusieurs exploitations, etc. . . . D'ailleurs, comment s'amuserait-on à faire mouvoir tout un système de caisses ou de tables, et cela d'un moment à l'autre? C'est ce que les hommes les plus expérimentés du Hartz ne peuvent concevoir dans l'ouvrage de M. de Freiesleben. La disposition des tables telle que je la présente, est au Hartz invariable et uniforme pour tous les ateliers. Au reste, cette erreur par laquelle M. de Freiesleben donne bien gratuitement un démenti à l'ouvrage de Sprengel, qui avait raison, n'est point la seule assertion légère qui se trouve dans l'ouvrage cité. (Voyez page 212, M. de Freiesleben dit: *Doch giebt Sprengel*, etc.

A la page 209, article 294, M. de Freiesleben fait travailler, titre 4, dans les caisses à tombeau

(*schlemm graben*) le résidu des tables à toiles ; le contraire a précisément lieu et a toujours eu lieu au Hartz. (Voyez le présent Traité, pages 105 et 110).

Je ne me permettrai pas de pousser plus loin cet examen de l'ouvrage de M. de Freiesleben, auquel je reconnais beaucoup de connaissances, d'après sa réputation ; mais décrivant ce qu'il a décrit, et devant m'attendre que les faits présentés par lui pourront être opposés à ceux que je présente, je crois devoir faire observer, 1°. que depuis le très-court séjour de M. de Freiesleben au Hartz, tout ce qui concerne les bocards est presque entièrement changé ; 2°. que je n'ai osé présenter ce premier travail qu'après une étude suivie et un séjour de dix mois, pendant lequel la mission que je remplis m'a fourni tous les moyens possibles de voir les objets avec certitude.



PRÉPARATION DES MINÉRAIS DANS LE HARTZ.

Plan Général

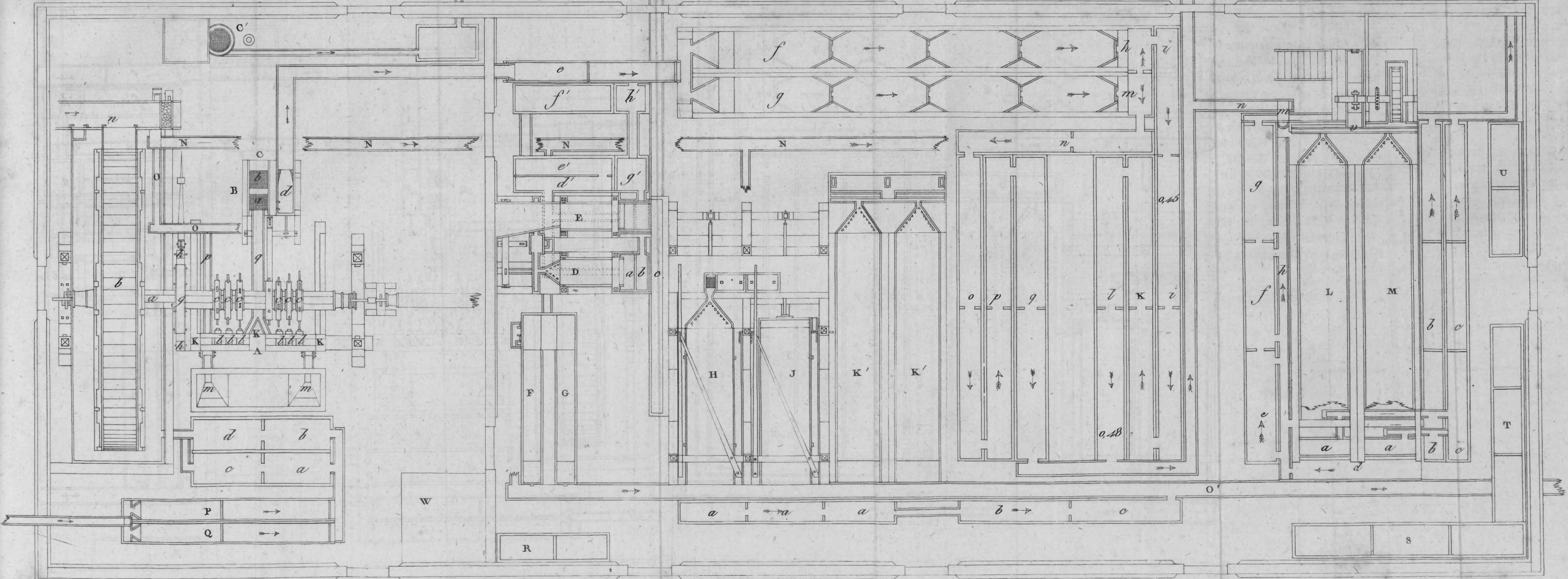


Fig. 2.

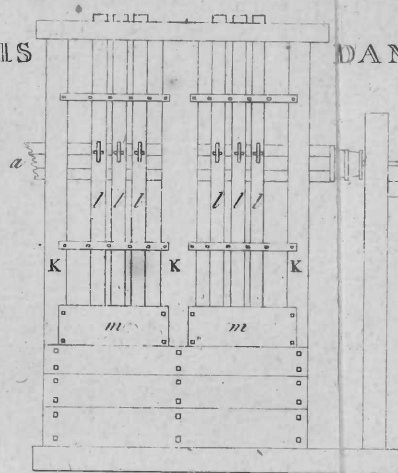
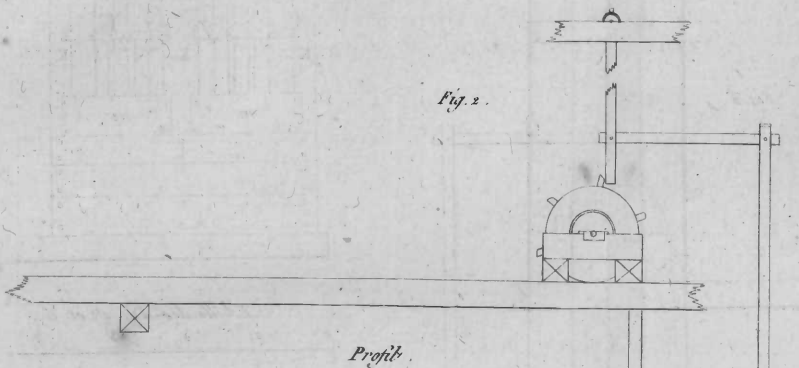
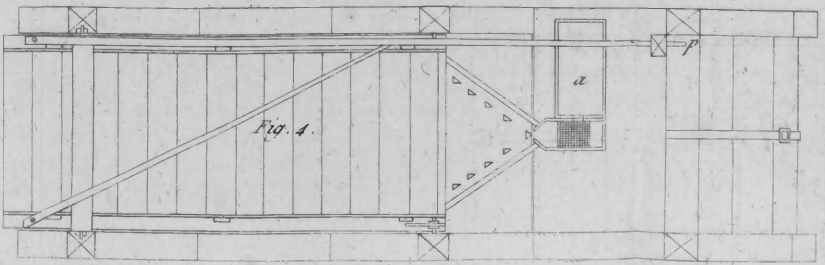
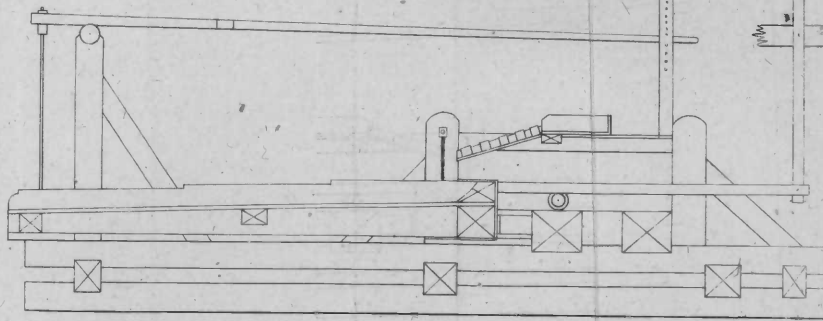
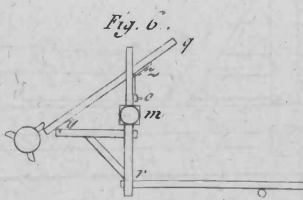
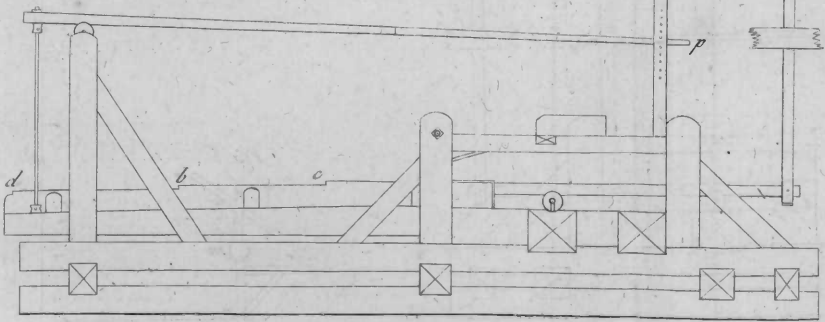
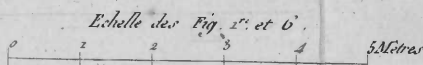


Fig. 1.

Fig. 3.

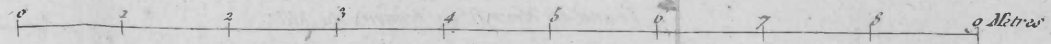
Elevation.

Coupe sur la longueur



Echelle des Fig. 2, 3, 4, et 5.

Fig. 5.



## M É M O I R E

*Sur la propagation de la Chaleur, et sur un moyen simple et exact de mesurer les hautes températures.*

Par M. BROT, Membre de l'Institut.

LE Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à la Classe (1), a pour objet de déterminer par l'expérience et par le calcul les lois et la propagation de la chaleur dans les corps solides.

Je n'aurais peut-être pas dû publier ces recherches dans l'état d'imperfection où elles sont encore ; mais comme elles contiennent des résultats qui peuvent être utiles à ceux qui s'occupent des propriétés de la chaleur, j'ai cru pouvoir dès ce moment les présenter à l'indulgence des physiciens. Je les offre au Comte de Rumford, qui nous a entretenus depuis quelque tems d'un grand nombre de belles découvertes sur cette matière, et je le fais avec d'autant plus de plaisir, que c'est à ses exhortations que je dois l'avantage de m'être occupé de cette partie de la physique qu'il a depuis si long-tems illustrée par ses travaux.

Je ne dois pas non plus laisser ignorer à la Classe, qu'ayant communiqué mes premiers résultats à M. La Place, je ne tardai pas à reconnaître qu'il avait aussi porté dès long-tems ses vues sur ce sujet. Mais loin de me découvrir

(1) Ce Mémoire a été lu à la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut.

une vérité qui m'aurait sans doute empêché de continuer ces recherches, il m'engagea beaucoup à les suivre. Et c'est à mesure que j'avais qu'il m'a fait part des méthodes qu'il avait employées. Je dois donc les lui rapporter entièrement, et c'est la seconde fois qu'ayant été assez heureux pour me rencontrer avec lui, j'éprouve de sa part cette obligeante réserve.

Je n'examinerai pas ici si la chaleur est un corps, ou si elle n'est que le résultat du mouvement intérieur des particules de la matière, mais en admettant que ses effets, lorsqu'elle devient sensible, sont mesurables par le thermomètre, je chercherai les lois de sa propagation.

J'ai fait mes premières expériences sur une barre de fer d'environ deux mètres et deux décimètres de longueur (7 pieds), et de trois centimètres d'épaisseur, (1 pouce  $\frac{1}{2}$ ); elle était recourbée par un bout sur une longueur de vingt-trois centimètres, de manière à pouvoir être plongée par cette extrémité dans une source constante de chaleur. On avait percé sur cette barre six trous qui allaient un peu plus loin que son centre, et qui étaient éloignés les uns des autres de quatre décimètres. Ces trous remplis de mercure recevaient autant de thermomètres, et le tout était supporté par deux pieds de bois sec.

Il est clair qu'en mettant l'extrémité de la barre en communication avec une source constante de chaleur, les différens thermomètres devaient indiquer la loi de sa distribution. Il fallait seulement avoir soin d'entretenir un courant d'air dans le lieu de l'expérience, et

observer les variations de température qui pouvaient y survenir.

J'ai d'abord employé pour source constante de chaleur un vase rempli d'eau à 60°. de Réaumur, entretenu constamment à cette température par le moyen d'une lampe; il était recouvert de manière que les vapeurs humides ne pouvaient pas se porter sur la barre et la mouiller.

On sait, par des expériences journalières, que le fer est un mauvais conducteur du calorique; cependant j'étais encore bien loin de soupçonner à cet égard toute son imperfection. Les thermomètres ne s'ébranlèrent qu'avec une extrême lenteur, et quoique la température fût entretenue au même degré pendant dix heures entières, il me fut impossible d'étendre ses effets au-delà des deux premiers thermomètres, c'est-à-dire, environ à dix décimètres de la surface de l'eau. Encore le second thermomètre s'était-il à peine élevé sensiblement.

Je compris alors à quel point le fer est mauvais conducteur du calorique. Je fis percer des trous en plus grand nombre, à un décimètre de distance les uns des autres, sur-tout du côté de la barre qui devait s'échauffer le plus. Et je répétai l'expérience avec du mercure chauffé à 82°. de Réaumur, et maintenu à cet état pendant cinq heures au moyen d'un quinquet.

Trois de mes élèves observaient avec moi de minute en minute avec une montre à secondes la marche des thermomètres.

Après quatre heures d'échauffement, ils parvinrent à un état stationnaire. On les laissa ainsi



pendant une heure pour s'assurer qu'ils ne devaient plus monter.

Alors l'état des thermomètres se trouva tel que le représente le tableau ci-joint et numéroté *A*. Les accroissemens de température au-dessus de la température de l'air, allaient en diminuant depuis le premier thermomètre jusqu'au septième, éloigné du niveau du mercure de dix décimètres. Celui-ci était monté d'un peu moins de 1°. Les thermomètres suivans demeurèrent absolument insensibles. En sorte qu'il restait douze décimètres, c'est-à-dire, plus de la moitié de la barre qui n'avait pas éprouvé d'accroissement appréciable dans sa température.

La lenteur du refroidissement répondit à celle de l'échauffement; et les thermomètres suivirent la même marche dans leurs indications; le plus voisin de l'extrémité de la barre qui était monté plus vite descendit plus vite, et ainsi des autres. Celui du milieu a mis une fois près d'une heure avant d'être descendu sensiblement.

En faisant ces expériences, il faut avoir soin d'attendre long-tems pour être sûr que les thermomètres ont atteint l'état où ils doivent rester stationnaires. Si l'on se laisse tromper par la lenteur de leur marche, et qu'on retire trop tôt la source constante de chaleur, les thermomètres plongés dans l'intérieur de la barre et éloignés de ce foyer, continuent de monter pendant quelque tems, après quoi ils deviennent stationnaires, et redescendent ensuite.

Il s'agissoit de trouver la loi de ces expé-

riences, c'est-à-dire, la relation qui existe entre les accroissemens de température des différens thermomètres, et leurs distances au foyer commun.

En comparant avec soin ces accroissemens, je m'aperçus qu'on pouvait les représenter très-exactement par une logarithmique, dont ils seraient les ordonnées, les abscisses étant les distances au foyer commun; les nombres calculés dans cette hypothèse, ne s'écartaient pas des observations de 0°,5 pour aucun des thermomètres. Ayant l'équation de la courbe je pus calculer la température de la barre au niveau du mercure; je la trouvai égale à celle du mercure même que l'on avait observée au thermomètre: l'erreur n'était pas de 0°,4 en moins.

Je pus aussi juger d'après cette loi pourquoi mes derniers thermomètres n'avaient pas bougé, car en calculant la température qu'il aurait fallu mettre au bout de la barre pour faire monter le dernier thermomètre seulement de 1°, je trouvai qu'elle était égale à 23984°. de Réaumur, c'est-à-dire, quatre fois plus considérable que la chaleur qu'il faut donner aux barres de fer, selon Wedgewood, pour les mettre en état des'incorporer. Ainsi, il est physiquement impossible de chauffer d'un degré l'extrémité d'une barre de fer de deux mètres ou six pieds de longueur en la chauffant par l'autre bout; car elle se fondrait auparavant.

Ce n'était pas assez de conclure ces résultats par l'expérience, il fallait les trouver par la théorie, car l'expérience seule ne montre que des faits isolés, c'est la théorie qui fait apercevoir leurs rapports.

Pour cela il faut partir de cette loi, que lorsque deux corps de températures différentes sont mis en contact; la quantité de chaleur que le plus chaud communique au plus froid, dans un tems très-court, est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à leur différence de température. Je fais abstraction ici de toute action ou combinaison chimique. Cette loi a été supposée par Newton dans ses essais de la chaleur. Richeman l'a confirmée depuis par ses propres expériences et par celles de Krafft; enfin M. le Comte de Rumford, lui-même, a ajouté par de nouveaux faits un nouveau poids à ces autorisés.

Je sais bien que le Docteur Martine a prétendu que cette loi aurait besoin de quelque correction, et il a voulu y ajouter une progression arithmétique. Mais il a appuyé cette opinion sur des expériences de Musschenbroek, qui ne paraissent rien moins qu'exactes, puisqu'elles donnent plus de 320 degrés de Réaumur pour la température du plomb fondant, qui n'est au plus que de 210, comme je le prouverai tout-à-l'heure par mes expériences. Sans doute l'erreur de Musschenbroek vient de ce qu'il s'est servi d'un pyromètre compliqué de plusieurs pièces, dont le jeu et les dilatations mal connues ont suffi pour causer ces irrégularités; et c'est ici le cas de remarquer que pour mesurer une cause dont les modifications et la manière d'agir sont aussi peu connues que celles de la chaleur, on ne doit employer que des moyens très-simples, et dont l'exactitude, fondée sur des lois géométriques, tienne à la nature même, et non à la perfection de l'instrument.

Enfin, si la loi de Newton sur l'intensité avec laquelle la chaleur se communique, exige quelques corrections, c'est en comparant ses résultats aux observations qu'on pourra les apprécier, mais en l'appliquant à mes expériences, j'ai vu qu'elle y satisfait avec une rigueur pour ainsi dire mathématique.

Pour établir le calcul d'après cette loi, il faut considérer que chaque point de la barre reçoit de la chaleur de celui qui le précède, et en communique à celui qui le suit. La différence est ce qui lui reste à raison de sa distance au foyer, et il s'en perd une partie dans l'air, soit par le contact immédiat de ce fluide, soit par le rayonnement.

Ainsi, dans l'état d'équilibre, lorsque la température de la barre est devenue stationnaire, l'accroissement de chaleur que chaque point de la barre reçoit en vertu de sa position, est égal à ce qu'elle perd par le contact de l'air, et par le rayonnement, perte qui est proportionnelle à sa température.

Et dans l'état de mouvement, où la température de la barre changea chaque instant, la quantité de chaleur reçue par chaque point à raison de sa position, moins la quantité qu'il perd par le rayonnement et le contact de l'air, est égale à la quantité dont s'accroît sa température dans le même intervalle.

La première condition étant réduite en calcul, donne lieu à une équation différentielle du second ordre entre deux variables qui sont l'accroissement de température de chaque point, et sa distance à la source constante de chaleur. Cette équation est linéaire, à coefficients cons-

tans, et peut s'intégrer par les méthodes connues.

La seconde condition où il entre une variable de plus, qui est le tems, conduit à une équation différentielle, partielle du second ordre. Cette équation qui donne l'état de la barre à un instant quelconque, renferme implicitement la précédente.

Le seul cas que je traiterai dans ce Mémoire, est celui d'une barre métallique indéfinie plongée par une de ses extrémités dans une source de chaleur constante, et maintenue dans cet état jusqu'à ce que sa température n'éprouve plus aucun changement.

L'équation différentielle qui s'y rapporte, contient dans son intégrale, deux constantes arbitraires multipliant deux termes exponentiels, et de plus une autre quantité, aussi constante mais non arbitraire, qui dépend du rapport de la conductibilité au rayonnement.

Ces trois constantes doivent être déterminées par les circonstances particulières de l'échauffement de la barre, ou par les observations.

Et d'abord l'extrémité la plus éloignée de la source constante de chaleur, n'en devant éprouver aucun effet sensible, cette partie restera constamment à la température de l'air. Ainsi l'intégrale devra être telle qu'elle devienne nulle quand la distance au foyer est infinie. Cette condition fait disparaître un des termes exponentiels, et la formule n'en renfermant plus qu'un seul de ce genre, représente une courbe logarithmique.

A la rigueur, le cas d'une barre indéfinie ne

se rencontre jamais dans les expériences; mais on peut l'appliquer dès que la longueur de la barre est assez grande pour que ses derniers points n'éprouvent pas d'effets sensibles, ou du moins pour qu'ils n'en éprouvent que de très-faibles. C'est ce qui est toujours arrivé dans mes expériences, où j'ai employé des barres de fer et de cuivre de vingt-deux décimètres (sept pieds) de longueur; pour déterminer la constante arbitraire de l'intégrale, et le rapport de la conductibilité au rayonnement, il suffit de deux observations. Ces quantités une fois connues, la formule donne l'état de tous les thermomètres.

Dans les tableaux que je soumetts à la Classe, j'ai rapporté d'une part les résultats des expériences que j'ai faites avec la barre de fer, sur le mercure à  $82^{\circ}$ , l'étain et le plomb fondans; et avec la barre de cuivre sur le mercure et le plomb. J'ai placé à côté les résultats du calcul, et j'ai mis les différences du calcul et de l'observation dans une troisième colonne, afin qu'on puisse aisément les apercevoir.

Jamais ces différences ne s'élèvent à  $0^{\circ},5$  de Réaumur pour aucun des thermomètres, et il y a toujours eu six thermomètres qui ont bougé dans la barre de fer; il y en a eu quatorze dans la barre de cuivre, ce métal étant meilleur conducteur que l'autre. La plupart des différences sont même fort au-dessous de  $0^{\circ},5$ , et comme elles se trouvent indifféremment en plus ou en moins, il est clair qu'elles sont dues aux erreurs inévitables des observations.

Pour atteindre ce degré d'exactitude, j'ai employé une méthode que M. La Place a donnée

dans la *Mécanique céleste*, pour trouver la courbe qui satisfait le mieux à une série de résultats observés, lorsqu'on a des équations de condition entre les erreurs. J'ai déterminé aussi parmi toutes les logarithmiques, celle qui donne le minimum d'erreur en l'appliquant aux observations des thermomètres; je n'ai pas besoin de faire remarquer combien cette méthode a d'avantage sur les simples constructions graphiques.

On voit par ce que je viens de dire, que la théorie et l'expérience s'accordent avec la plus grande rigueur, pour nous indiquer l'état d'équilibre de la chaleur dans une barre métallique indéfinie qui communique, par une de ses extrémités, avec une source de chaleur constante. Lorsque l'état de la barre est devenu stationnaire, la température de ses divers points décroît suivant une courbe logarithmique en s'éloignant du foyer.

La valeur de la constante qui dépend du rapport de la conductibilité au rayonnement, s'est trouvée à fort peu près la même, pour la même barre, quoique différente d'une barre à l'autre. Il s'ensuit que pour la même barre les différentes températures centrales donnent toujours la même courbe logarithmique sous des échelles différentes. Cette propriété permet de dire quel est le degré marqué par tous les thermomètres dans une barre connue, lorsqu'ils sont parvenus à l'état stationnaire, et que l'on donne la température d'un seul d'entr'eux. Il suffit pour cela d'une simple proportion. J'ai souvent répété cette épreuve.

Je ne crois pas cependant que l'on puisse encore

encore affirmer que le rapport de la conductibilité au rayonnement reste toujours exactement le même, quelle que soit la température de la source constante de chaleur. J'ai trouvé au contraire dans la valeur de cette quantité quelques différences à la vérité fort petites, mais qui se reproduisant toujours dans le même sens, ne paraissent pas devoir être négligées, vu l'extrême exactitude que ces expériences et ces calculs comportent. Je crois même avoir découvert la raison de ces différences, l'affaiblissement de la force de cohésion par l'introduction du calorique; mais comme j'ai projeté sur ce sujet une expérience décisive, qui en mettra les conséquences dans le plus grand jour, j'attendrai qu'elle soit terminée pour en entretenir la Classe.

Au reste, le degré d'exactitude dont ces recherches sont susceptibles est tel, que l'on peut espérer d'en obtenir des résultats très-précis, sur-tout lorsque l'on aura corrigé les petites causes d'erreurs qui restent encore dans l'appareil, et que les expériences y ont fait découvrir. Tel est, par exemple, le contact des supports qui, bien que construits en bois sec, modifient cependant un peu l'état des points avec lesquels ils communiquent. Telle est encore la forme plus ou moins régulière de la barre, sa surface plus ou moins polie, toutes causes qui étant inégales pour les différens point les affectent diversement. Mais l'observation les indique assez bien pour qu'il soit facile de les corriger.

C'est à quoi je travaille en ce moment, afin de pouvoir ensuite mesurer avec une grande

précision toutes les circonstances qui tiennent à la distribution de la chaleur dans les métaux et les autres corps solides, principalement dans le verre qui, de toutes les substances que j'ai éprouvées, est celle qui laisse arriver le plus difficilement la chaleur au thermomètre, comme je m'en suis assuré par plusieurs expériences comparatives; une conséquence naturelle de ces recherches, c'est le calcul exact des modifications que la densité des corps, leur forme, et le poli de leur surface, introduisent dans la quantité de chaleur libre qu'ils dégagent quand on les expose à la même température; c'est une source féconde de résultats intéressans que j'aurai l'honneur de soumettre à la Classe, lorsqu'ils auront acquis toute l'exactitude nécessaire pour lui être présentés.

Je vais maintenant passer à une application de ces mêmes expériences, qui me semble mériter l'attention des physiciens par sa simplicité et par l'utilité qu'elle peut avoir.

On cherche depuis long-tems un moyen simple et exact de mesurer des températures élevées, en parties de l'échelle du thermomètre à mercure. Ce thermomètre lui-même ne peut servir à cet objet, parce qu'à une certaine température le mercure commence à bouillir. Il devient même inexact avant ce terme, parce qu'en général, comme Deluc l'a fait voir, les dilatations des liquides deviennent inégales en approchant de l'ébullition.

Newton avait imaginé pour cela un procédé géométrique fondé sur la loi suivant laquelle les corps se refroidissent dans l'air. D'après

cette loi, que Richeman a depuis démontrée par l'expérience, les tems étant pris en progression arithmétique, les décroissemens de chaleur formaient une progression géométrique; c'est-à-dire, que la courbe qui représente les décroissemens est une logarithmique, en sorte qu'en connaissant la température du corps à un instant donné, on peut, par les tables de logarithmes, en conclure sa température à un instant quelconque, celle de l'air étant supposée toujours la même.

Pour appliquer ce principe, Newton faisait rougir au feu un morceau de fer assez considérable, et il le suspendait dans l'air. Alors il plaçait sur sa surface diverses substances fusibles, et il observait les instans auxquels ces substances commencent à se congeler par l'effet du refroidissement progressif, et comme il avait préalablement déterminé, par le moyen d'un thermomètre d'huile, la température à laquelle l'étain commence à se fondre, cette donnée lui suffisait pour calculer toutes les autres températures en parties de ce même thermomètre, depuis l'époque où elles avaient été observées.

Ce moyen est sans doute extrêmement simple, mais, s'il m'est permis de le dire, il me semble qu'il n'est pas exempt de quelque inexactitude, parce qu'il doit être fort difficile de saisir l'instant auquel les diverses substances commencent à se geler, et qu'une petite erreur sur le tems peut en occasionner une assez sensible sur l'évaluation de la température, principalement lorsqu'elle est fort élevée. Par exemple, Newton trouve pour la tempé-

rature du plomb fondant  $225^{\circ}$ . de l'échelle de Réaumur, quoiqu'elle ne soit que d'environ  $210^{\circ}$ . comme je le prouverai plus bas.

Cependant les expériences faites de cette manière ne comportent que d'assez légères erreurs, sur-tout lorsqu'elles sont de la main de Newton, et je m'étonne qu'au lieu de chercher à perfectionner ce procédé géométrique, on en ait imaginé de mécaniques beaucoup plus inexacte, comme est, par exemple, le pyromètre de Musschenbroek, et comme sont en général tous les pyromètres métalliques dont on a fait jusqu'à présent usage, lesquels sont nécessairement inexacts, à cause du jeu des différentes pièces qui les composent, et sur-tout non comparables, parce qu'il est certain que les corps fortement chauffés ne reviennent pas toujours exactement aux mêmes dimensions qu'ils avaient d'abord, et ne conservent pas la même dilatabilité; variations très-petites à la vérité, mais dont l'influence sur les résultats est cependant très-considérable, parce qu'elle y entre agrandie et multipliée dans une énorme proportion.

Les expériences que j'ai eu l'honneur de soumettre à la Classe, me paraissaient propres à atteindre ce but d'une manière beaucoup plus sûre, en employant la loi géométrique suivant laquelle la chaleur diminue dans une barre métallique à partir d'un foyer constant.

Car il suffit de mesurer cette température sur la barre à une distance connue du foyer lorsqu'elle est devenue stationnaire, et par un calcul très-simple on en déduit celle du foyer.

Comme on peut répéter cette opération sur chaque thermomètre, chacun d'eux donnera, à raison de sa distance, la température cherchée; et si ces résultats, qui doivent s'accorder tous entr'eux, diffèrent quelque peu les uns des autres, en prenant une moyenne arithmétique entr'eux, on aura le résultat véritable avec beaucoup d'exactitude.

Mais comme cette méthode donnerait autant d'influence aux derniers thermomètres qu'aux premiers, tandis que les accroissemens de ceux-ci sont plus considérables, et par conséquent moins affectés par les erreurs des observations, il me paraît plus sûr de prendre une marche un peu différente; je cherche d'abord, comme je l'ai dit, la logarithmique qui donne le minimum d'erreur entre les premiers thermomètres, j'en déduis comme une vérification l'état des derniers qui doit être représenté; ainsi à fort peu près, et lorsque je me suis assuré par-là que la formule n'est pas en erreur de  $0^{\circ},5$  sur aucun des thermomètres, j'emploie les nombres corrigés, et j'en conclus la température de la source constante de chaleur.

Pour donner un essai de ce calcul, voici les résultats que j'ai obtenus pour la température du plomb fondant.

L'expérience faite avec la barre de fer m'a donné pour cette température  $206^{\circ},40$  de l'échelle de Réaumur.

L'expérience faite avec la barre de cuivre a donné  $210^{\circ},86$ .

La différence de ces résultats, obtenus par deux épreuves tout-à-fait indépendantes l'une

de l'autre, est extrêmement petite; on peut donc les regarder comme très-approchans de la vérité, et ceci justifie la remarque que j'ai faite plus haut sur les incertitudes dont le procédé de Newton est susceptible.

J'ai fait aussi des expériences sur la fonte de l'étain, mais comme je n'ai encore employé pour cela que la barre de fer, je ne puis offrir à la Classe une comparaison aussi certaine. C'est pourquoi je ne rapporterai point les résultats, je me bornerai seulement à dire que tous les thermomètres s'accordèrent très-exactement pour donner à cette température une valeur très-peu différente de celle que l'on assigne ordinairement pour la fonte de l'étain, laquelle est de 168°. suivant Newton.

Il y a sans doute des recherches à faire, pour rendre usuelle la méthode que je viens de proposer; mais voilà le principe; je désire que ceux qui ont plus que moi la connaissance et la pratique des arts, le jugent assez utile pour chercher à l'appliquer.

*TABLEAU des Expériences sur la propagation de la Chaleur et la mesure des températures.*

*A. Première expérience faite avec la barre de fer plongée par le bout dans du mercure à 82°.*

| Rangs des thermomètres. | Températ. observées en degrés de Réaumur. | Températ. calculées. | Différences entre le calcul et l'observation. |                                                                                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | degrés.                                   | degrés.              | degrés.                                       |                                                                                                 |
| 0                       | 69                                        | 68,63                | + 0,37                                        | Température de l'air 13°. Les observations des thermomètres sont comptées à partir de ce terme. |
| 1                       | 23,5                                      | 23,5                 | + 0                                           |                                                                                                 |
| 2                       | 14                                        | 14,16                | - 0,16                                        |                                                                                                 |
| 3                       | 9                                         | 9                    | 0                                             |                                                                                                 |
| 4                       | 5,75                                      | 5,55                 | + 0,20                                        |                                                                                                 |
| 5                       | 3,75                                      | 3,45                 | + 0,30                                        |                                                                                                 |
| 6                       | 1,75                                      | 1,33                 | + 0,42                                        |                                                                                                 |
| 7                       | 1                                         | 0,51                 | + 0,49                                        |                                                                                                 |
| 8                       | Insensible.                               |                      |                                               |                                                                                                 |

Celui qui est numéroté 0, indique le niveau du mercure distant du premier de 2,115.

Distances des thermomètres entre eux,

|                   |       |
|-------------------|-------|
| De 1 à 2. . . . . |       |
| 2 à 3. . . . .    | 0,894 |
| 3 à 4. . . . .    | 0,961 |
| 4 à 5. . . . .    | 0,932 |
| 5 à 6. . . . .    | 1,875 |
| 6 à 7. . . . .    | 1,894 |

Équation de la logarithmique  $y = T a^x \log'$   
 $a = 0,220074$ .

La logarithmique qui a servi pour calculer ces expériences, n'a point été déterminée de manière à donner le minimum d'erreur, mais simplement de manière à satisfaire aux observations 1 et 3.

On peut demander quelle température il aurait fallu mettre au bout de la barre, pour que tous les thermomètres eussent bougé au moins de  $1^\circ$ , pour cela on remarquera que depuis le thermomètre 7 jusqu'à la fin de la barre, il y a la moitié juste de cette barre, plus 4 décimètres ou 11,556. Ajoutant donc à cette quantité 2,115, qui exprime la distance de 1 au niveau du mercure, on aura en tout  $x = -13,671$ : mettant cette valeur dans l'équation de la courbe, on trouve qu'il faudrait une chaleur égale à  $23971^\circ$  du thermomètre de Réaumur. Température qui excède plus de quatre fois celle des barres de fer chauffées au point de s'incorporer, celle-ci étant de  $5967^\circ$  suivant Wedgwood.

B. Expériences faites avec une barre de fer plongée par le bout dans du plomb fondant.

| Rangs des thermomètres. | Températ. observées en degrés de Réaumur. | Températ. calculées d'après la formule. | Différences entre le calcul et l'observation. |                                                                                             |
|-------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | degrés.                                   | degrés.                                 | degrés.                                       |                                                                                             |
| 1                       | 61,50                                     | 62,06                                   | - 0,56                                        | Ces températures sont comptées au-dessus de celles de l'air qui était de $14,5$ de Réaumur. |
| 2                       | 37,75                                     | 37,41                                   | + 0,34                                        |                                                                                             |
| 3                       | 23,50                                     | 23,42                                   | + 0,08                                        |                                                                                             |
| 4                       | 14,25                                     | 14,38                                   | - 0,13                                        |                                                                                             |
| 5                       | 8,50                                      | 8,90                                    | - 0,40                                        |                                                                                             |
| 6                       | 3,00                                      | 3,45                                    | - 0,45                                        |                                                                                             |
| 7                       | 1,25                                      | 1,33                                    | - 0,08                                        |                                                                                             |

Distances des thermomètres entre eux et au foyer commun, depuis la surface du plomb fondant jusqu'au premier thermomètre. . . . . 2,23077

|                   |         |
|-------------------|---------|
| De 1 à 2. . . . . | 1       |
| 2 à 3. . . . .    | 0,88942 |
| 3 à 4. . . . .    | 0,96153 |
| 4 à 5. . . . .    | 0,94711 |
| 5 à 6. . . . .    | 1,8702  |
| 6 à 7. . . . .    | 1,8846  |

On a pris pour unité la distance de 1 à 2, qui est de 104 millimètres.

L'équation de la courbe est  $y = T a^x$ ; on a trouvé  $\log. a = 0,2197849$ . Cette valeur a été



déterminée de manière à avoir la moindre erreur d'observation possible entre les quatre premiers thermomètres.

Calcul de la température du plomb fondant.

Valeur de  $y$  au niveau du plomb fondant. . . . . 191°,90

Température initiale. . . . . 14,5

Température du plomb fondant. . . . . 206,40

C. *Expériences faites avec une barre de cuivre plongée par le bout dans du plomb fondant.*

| Rangs des thermomètres. | Températ. observées en degrés de la division centigrade. | Températ. calculées. | Différences entre le calcul et l'observation. |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|
|                         | degrés.                                                  | degrés.              | degrés.                                       |
| 1                       |                                                          | 148,31               |                                               |
| 2                       |                                                          | 121,03               |                                               |
| 3                       |                                                          | 98,77                |                                               |
| 4                       | 80,50                                                    | 80,60                | — 0,10                                        |
| 5                       | 65,75                                                    | 65,78                | — 0,03                                        |
| 6                       | 53,75                                                    | 53,82                | — 0,07                                        |
| 7                       | 43,75                                                    | 43,80                | — 0,05                                        |
| 8                       | 35,50                                                    | 35,75                | — 0,25                                        |
| 9                       | 24,00                                                    | 23,81                | + 0,19                                        |
| 10                      | 15,70                                                    | 15,85                | — 0,15                                        |
| 11                      | 11,00                                                    | 10,56                | + 0,44                                        |
| 12                      | 7,50                                                     | 7,03                 | + 0,47                                        |
| 13                      | 5,25                                                     | 4,68                 | + 0,57                                        |
| 14                      | 3,75                                                     | 3,12                 | + 0,63                                        |

Ces températures sont comptées au-dessus de celles de l'air qui était de 15°,75 division centigrade.

Distances des thermomètres entre eux et un foyer commun, depuis la surface du plomb fondant jusqu'au premier thermomètre. . . . . 2,5

De 7 à 8. . . . . 1

8 à 9. . . . . 2

9 à 10. . . . . 2

10 à 11. . . . . 2

11 à 12. . . . . 2

12 à 13. . . . . 2

13 à 14. . . . . 2

On a pris pour unité la distance de 1 à 2 qui est de 101 millimètres.

L'équation de la courbe est  $y = T a^x$ .

On a trouvé  $\log. a = 0,0882726$ . Cette valeur a été déterminée de manière à avoir le minimum d'erreur entre les thermomètres 4, 5, 6, 7. La température des précédents ayant excédé l'étendue de leur échelle, n'a pu être observée, et on l'a déduite du calcul.

Calcul de la température du plomb fondant.

Valeur de  $y$  au niveau du plomb. . . . . 243°,58

Température initiale. . . . . 20

Température du plomb fondant. . . . . 263,58

Ce qui donne en degrés de Réaumur. . . . . 210,86

D. *Expériences faites avec la barre de cuivre plongée dans du mercure à 95°.*

| Rangs des thermomètres. | Températ. observées en degrés de la division centigrade. | Températ. calculées. | Différences entre le calcul et l'observation. |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|
|                         | degrés.                                                  | degrés.              | degrés.                                       |
| 1                       | 61,50                                                    | 61,38                | + 0,12                                        |
| 2                       | 51,00                                                    | 50,85                | + 0,15                                        |
| 3                       | 42,00                                                    | 42,12                | - 0,12                                        |
| 4                       | 35,00                                                    | 34,90                | + 0,10                                        |
| 5                       | 28,50                                                    | 28,91                | - 0,41                                        |
| 6                       | 23,75                                                    | 23,96                | - 0,21                                        |
| 7                       | 19,37                                                    | 19,83                | - 0,46                                        |
| 8                       | 15,94                                                    | 16,43                | - 0,49                                        |
| 9                       | 11,25                                                    | 11,27                | - 0,02                                        |
| 10                      | 8,12                                                     | 7,74                 | + 0,38                                        |
| 11                      | 5,62                                                     | 5,31                 | + 0,31                                        |
| 12                      | 3,75                                                     | 3,64                 | + 0,11                                        |

Les différences d'abscisses sont les mêmes que dans le tableau C.

La logarithmique a été déterminée de même pour le minimum d'erreur entre les quatre premiers thermomètres.

On a trouvé  $\log. a = 0,08171517$ , valeur sensiblement moindre que celle qui résulte du plomb fondant.

SUITE DES EXPÉRIENCES

*Sur l'emploi de la houille brute de Rive-de-Giez dans les diverses parties du traitement du fer (1).*

Par M. ROZIERE, ingénieur des mines.

SECONDE PARTIE.

*Expériences au haut fourneau.*

LA houille brute de Rive-de-Giez ayant remplacé plus que son poids de charbon de bois dans les feux de Renardière, il était intéressant de comparer ce résultat avec son emploi au haut fourneau. M. Etienne, maître de forges très-expérimenté, consentit à l'essayer au fourneau de Cours-l'Evêque, et les mêmes essais furent faits par M. Quillard au fourneau de Château-Villain : on choisit l'époque où l'on touchait à la fin d'un fondage, afin de se mettre à l'abri de tout accident.

La houille fut d'abord employée dans la proportion d'un huitième, c'est-à-dire, que dans chaque charge composée de huit resses de charbon de bois, on en retrancha une que l'on remplaça par un pareil poids de houille ; on ne put, comme au feu de forge, la mêler avec du faisil,

(1) La première partie de ce Mémoire a été insérée dans le N<sup>o</sup>. 97, page 35.

parce que déjà réduite en poudre, il s'en dégageait une quantité considérable d'étincelles : on fut même obligé de l'humecter pour diminuer cet inconvénient.

Les épreuves continuées de cette manière, et la marche du fourneau, ne présentant aucun indice défavorable, on augmenta la proportion de la houille; on la porta à un sixième, diminuant dans la même proportion la quantité de charbon de bois. La chaleur ne semblait pas moindre que de coutume; on remarquait au contraire à la sortie du gueulard plus de flammes, plus d'étincelles, et tout annonçait une digestion complète; mais après un certain nombre de charges, le fondeur trouva que sa tuyère s'encrassait plus rapidement; les laitiers d'abord d'un blanc verdâtre, légers et bien fluides, devenaient peu à peu d'une couleur obscure, peussans, perdaient de plus en plus de leur fluidité, et le bout des tuyères semblait un peu altéré; la même chose eut lieu dans les deux fourneaux.

M. Etienne attribuait cette grande ardeur du gueulard et l'altération de la tuyère, à une augmentation de chaleur intérieure due à l'activité avec laquelle brûle la houille : mais cette augmentation, je crois, n'était qu'apparente, et n'avait lieu qu'à l'embouchure du fourneau. Dans l'intérieur la chaleur était réellement diminuée; on peut en juger : j'ai fait remarquer qu'il se dégageait des étincelles en plus grande quantité qu'à l'ordinaire; ces étincelles se brûlaient pour la plupart à leur sortie du gueulard, et augmentait ainsi la chaleur extérieure aux dépens du combustible destiné à brûler dans le fourneau.

A cette cause de refroidissement ajoutons la vaporisation de l'eau qui absorbe du calorique; il doit même arriver que l'eau se décompose, et qu'il s'en dégage du gaz hydrogène dont la combustion n'a lieu qu'à sa sortie du gueulard; nouvelle cause de l'augmentation de flamme et de chaleur qu'on y remarque, et du refroidissement intérieur; car l'hydrogène passant à l'état de gaz, absorbe plus de calorique que la vapeur d'eau, et l'oxygène de l'eau s'unissant au carbone, le consomme en pure perte. Mais cette explication, sans être contestée en tous points, peut l'être en plusieurs. On ne niera point que la vapeur d'eau en contact avec le charbon ne soit décomposée; mais le courant d'air est si rapide dans les fourneaux, dirait-on, que tous les gaz sont aussitôt emportés dans la partie supérieure : en passant au travers du minerai le gaz hydrogène doit être brûlé en un instant, et le calorique qu'il avait absorbé est restitué; ainsi tout bien analysé, la déperdition de chaleur causée par l'eau, dont la houille est humectée, se réduit à la quantité nécessaire pour la faire passer de l'état de liquide à l'état de vapeur.

L'altération que semble éprouver la tuyère, aurait besoin d'être plus attentivement examinée; je pense qu'elle est due au soufre que contient la houille.

De tous les indices de refroidissement, le moins équivoque est l'état des laitiers : devenant moins fluides, ils prouvent certainement un abaissement dans la température générale du fourneau, je dis générale, parce qu'il ne serait pas impossible que la houille combustible,

plus dense que le charbon de bois, ne brûlât avec plus d'activité, et ne produisît, au point qu'elle occupe, une chaleur plus intense, peut-être même n'augmentât momentanément la chaleur de toute la masse, ce qui n'empêcherait pas d'ailleurs que dans l'intervalle d'une charge à l'autre, la quantité totale de chaleur ne fût moindre qu'à l'ordinaire.

Les deux fourneaux, sur-tout celui de Château-Villain, ayant enfin éprouvé cette sorte d'embarras, que les fondeurs nomment *barbouillage*, on discontinua les essais; ils retournèrent en peu de tems à leur état habituel; la chaleur devint moindre au gueulard, les étincelles diminuèrent, et les leviers reprirent toute leur fluidité.

La houille brute de Rive-de-Giez, l'une des meilleures de France, ne remplace donc pas tout-à-fait au haut fourneau un poids pareil au sien de charbon de bois.

Peut-être paraîtra-t-il étrange que ce même combustible, qui avait remplacé au feu de Renardière, plus d'une fois et demie son poids de charbon de bois, ne puisse pas au haut fourneau en remplacer un poids égal; mais l'on doit observer, 1<sup>o</sup>. qu'au feu de Renardière on ajoutait à la houille de la poussière de charbon de bois, ce qui produisait la moitié de l'avantage; 2<sup>o</sup>. que dans le haut fourneau l'agglutination de la houille ne peut servir à concentrer la chaleur comme dans un feu ouvert de tous les côtés, tels que les Renardières.

La houille n'agit donc ici qu'en raison de la quantité de parties combustibles qu'elle contient sous un poids déterminé, et sous ce rapport

rapport elle est, comme on sait, un peu inférieure au charbon de bois, elle l'est aussi au koak, parce que plusieurs des substances qu'elle renferme sont susceptibles de prendre l'état gazeux, ce qui est une double cause de diminution de chaleur.

Le dégagement du soufre ayant été beaucoup moins sensible qu'au feu de Renardière, il convenait de s'assurer s'il ne s'était pas uni à la fonte. On a converti en fer aux forges de Château-Villain, cinq des gueuses fabriquées à la houille, deux ont donné des barres qui se sont cassées plusieurs fois sous le marteau, dès qu'elles eurent pris la couleur rouge cerise, d'autres en fer à-peu-près semblable à celui que l'on fabriquait ordinairement, mais la cinquième donna un fer très-nerveux, et pareille à-peu-près au fer travaillé à la houille, à l'affinerie.

L'influence du soufre sur la qualité du fer est très-sensible dans cette opération, même en n'employant que de très-petites quantités de houille, parce que la portion de soufre qui tend à se dégager, est obligée de passer au travers du minerai, et qu'à mesure que la mine fond et tombe dans le creuset, elle traverse la houille, ce qui multiplie beaucoup plus ses contacts du fer avec le soufre, que dans le feu d'affinerie, où la houille ne sert que d'enveloppe au charbon de bois.

*Note sur quelques expériences faites ,*  
1°. *A la tôlerie.*

Pour rébellier huit tôles , c'est-à-dire , pour aplatir huit petites barres de fer , et les réduire en bandes larges de quatre à cinq doigts , que l'on plie ensuite en deux , et qui prennent le nom de *doublons* , on a employé vingt-six livres de houille , et autant de charbon de bois.

Pour étendre et réduire en feuilles deux troussees , composées de cinq doublons chacune , on a consommé vingt-cinq livres de charbon de terre et trente-huit livres de charbon de bois. Cette quantité de combustible paraîtra peut-être un peu forte ; mais la forge n'était pas échauffée ( la tôlerie ne marchant pas alors ) , et l'on ne fit ces essais que pour s'assurer de la qualité de la tôle , qui se trouva fort bonne après l'une et l'autre opération ; mais les ouvriers trouvèrent beaucoup de facilité à exécuter la première , et beaucoup de difficultés pour la seconde , quoique la houille n'y formât guère plus que le tiers du combustible. Il conviendrait de se borner à faire la première opération à la houille , et la seconde au charbon de bois.

L'inconvénient que l'on trouve à étendre à la houille , vient de ce que ce combustible ayant peu de volume , relativement à son poids , il est difficile d'y tenir les feuilles de tôle entièrement cachées , ce qui serait pourtant nécessaire pour les empêcher de se brûler ; mais lorsque l'on commence le fer est en barres , qui se

cachent facilement ; la voûte qui se forme rend même l'opération plus facile et plus économique.

2°. *Au martinet.*

Les essais faits au martinet de Donjeux , département de la Haute-Marne , avec la houille brute de Rive-de-Giez , sans mélange de charbon de bois , ont donné un résultat également avantageux ; la qualité du fer n'en a souffert aucune altération. Onze quintaux de houille ont suffi pour passer sous le martinet dix-huit quintaux de fer , tandis qu'au charbon de bois seul la même quantité de combustible n'en passait que quinze à seize cents.

Lorsque les ouvriers sont exercés à ce genre d'opération , le déchet du fer est moindre à la houille qu'au charbon de bois.

3°. *Pour l'affinage de l'acier.*

La houille employée seule a également réussi pour l'affinage de l'acier ; les épreuves ont été faites à l'aciérie de la Hutte , département des Vosges : la qualité de l'acier n'en a pas paru altérée ; la houille remplace dans cette opération plus que son poids de charbon de bois ; le peu d'habitude des ouvriers pour cette manipulation , m'a empêché d'estimer précisément de combien le déchet qu'a éprouvé l'acier , a été beaucoup plus considérable qu'au charbon de bois. Il est probable cependant que ce désavantage ( qui est un point fort important ) n'est dû qu'au peu d'habitude de l'ouvrier , qui a laissé plusieurs fois brûler l'acier ; et j'ai vu ailleurs ,

notamment à la manufacture d'armes blanches du Clingental, que dans le raffinage de l'acier, le déchet est peu considérable entre les mains d'ouvriers exercés à se servir de la houille.

On voit donc que s'il est certaines opérations du traitement du fer où l'on ne puisse employer la houille brute, il en est davantage encore où elle peut servir; en la désouffrant elle pourrait s'employer dans toutes.

Les difficultés, la cherté des transports, sont un grand obstacle à ce que l'emploi de la houille s'introduise dans beaucoup de pays à forges. Dans les forges où ces expériences ont été faites, le quintal de houille y revient presque au même prix que le quintal de charbon de bois.

Un second obstacle également difficile à surmonter, c'est la répugnance naturelle à tous les ouvriers pour toute espèce de procédé qui s'écarte en quelque chose de leurs habitudes. En outre, tout changement, toute amélioration entraîne, toujours des tâtonnemens dispendieux qui rendent les chefs d'établissements très-circonspects à les adopter, même lorsque l'avantage en est reconnu. Il faudrait qu'ils eussent au moins un ouvrier dressé à cette manipulation particulière.

Le remède à ces deux inconvéniens est entre les mains du Gouvernement: ce n'est que dans un établissement national que les procédés nouveaux peuvent obtenir la perfection nécessaire pour les propager; et ce n'est guère que là qu'il soit possible d'y exercer les ouvriers qui doivent

les pratiquer ensuite ailleurs. A la vérité ce moyen n'a pas échappé à l'attention du Gouvernement, et l'établissement national qui doit être formé à Keislautern pour le traitement du fer, remplira sans doute en grande partie ce dernier objet.

Le moyen le plus assuré de remédier au second inconvénient, serait d'exempter sur certaines routes le charbon de terre des droits de passe: cette exemption n'ayant lieu que pour quelques routes déterminées, ne porterait presque aucune atteinte à cette imposition, et son objet principal étant d'ailleurs d'introduire la consommation de ce combustible dans des parties de la France où elle n'a pas lieu actuellement, on n'ôterait presque rien aux recettes actuelles.

Je vais récapituler ici les quantités de houille que chaque partie du traitement du fer pourrait admettre.

1°. Aux feux d'affinerie ou de Renardières, un cinquième; cette portion, au moyen du faisil qu'on y ajoute, peut remplacer un tiers du charbon de bois employé actuellement.

2°. Au martinet la houille de bonne qualité peut être employée seule.

3°. Dans les batteries on pourrait diminuer de moitié la consommation du charbon de bois.

4°. Pour l'affinage et le raffinage de l'acier elle peut aussi s'employer seule.

5°. On sait que dans les fonderies la houille

peut aussi remplacer le bois, mais on y trouverait peu. D'avantage dans les pays éloignés des houillères ; il serait préférable d'y appliquer l'usage de la tourbe carbonisée.

6°. Enfin, on sait que dans les hauts fourneaux, et sur-tout dans ceux qui travaillent en sablerie, il est possible d'y employer une certaine quantité de houille réduite en koak, sans faire tort à la qualité des produits.

## L E T T R E

DE J. H. HASSENFRATZ, *Ingénieur en Chef des mines*, à M. GILLET-LAUMONT, *Conseiller des mines.*

MON respectable ami, vous avez visité l'année dernière une partie des Alpes avec plusieurs élèves de l'École-pratique des mines ; vous les avez parcourues en suivant les traces du célèbre Saussure, et vous vous êtes assuré de la véracité de ses descriptions.

Il est difficile, lorsque l'on a vérifié les détails que le savant géologue de Genève a publiés sur cette chaîne alpine, de ne pas se laisser entraîner à l'opinion qu'il a tout vu dans ces masses colossales, et qu'il n'a rien laissé à découvrir aux voyageurs qui visiteront la même contrée. Plusieurs voyages dans les Alpes m'avaient fait adopter cette pensée, lorsque je me suis déterminé à sortir de la route décrite par cet infatigable voyageur, pour faire quelques excursions autour des chemins qu'il avait suivis ; aussitôt un nouveau spectacle s'est présenté à ma vue ; j'ai aperçu des faits géologiques intéressans, un ordre, une superposition, une stratification de masses qui méritent toute l'attention des géognostes. J'ai reconnu enfin qu'il restait encore une immense récolte à faire aux voyageurs instruits qui visiteraient avec soin ces montagnes. Trop vieux pour me livrer à

ce genre d'observations, c'est à nos jeunes ingénieurs à concevoir l'espoir de pouvoir joindre leur nom à celui d'un homme qui a mérité l'estime de ceux qui l'ont connu, et l'admiration de tous les naturalistes ! Je me contenterai d'indiquer un lieu, d'un accès facile, très-propre aux observations, et de rapporter quelques faits de peu d'importance, afin de laisser à ceux qui parcoureront les vallées que j'ai visitées, et qui graviront les rochers sur lesquels je me suis élevé, le plaisir d'en donner des descriptions plus fraîches et plus complètes.

Les voyageurs que l'instruction ou la curiosité amène dans les Alpes, se contentent ordinairement de longer la vallée de Chamouni, d'aller voir le glacier des Bossons et la mer de glace, de visiter les moines hospitaliers du grand Saint-Bernard, de descendre à la cité d'Aoste, puis de retourner, soit à Genève, par Cormayeux, l'allée Blanche, le Bonhomme, soit à Chambéry, par le Val-de-la-Tuille, le petit Saint-Bernard et la Tarantaise.

Les plus curieux et les plus intrépides gravissent le Buet et le Cramont pour vérifier la belle description que Saussure a faite de l'arrangement et de l'ordre des masses qui s'adossent contre le Mont-Blanc ; mais ces deux sommités, la première à l'extrémité, est des hauteurs de la vallée de Chamouni, la seconde, à quelque distance dans le Val-de-la-Tuille, sont très-difficiles à gravir, et leur montée ne peut être entreprise que par des voyageurs forts et courageux.

Une masse aussi instructive que celle du Mont-Blanc devrait être vue sur toutes les faces

et sous tous les aspects ; mais il faut au moins trois positions qui fassent entre elles des angles d'environ  $120^{\circ}$ . pour bien observer l'ensemble des montagnes qui entourent une sommité aussi considérable. Saussure n'indiquant que deux positions, le Buet et le Cramont, qui forment à la vérité un angle de  $150^{\circ}$ . j'ai cherché s'il n'en existait pas une troisième qui pût compléter trois stations principales. Plusieurs montagnes très-élevées au-dessus du petit Saint-Bernard, et qui sont d'un accès facile, me paraissaient propres à ce genre d'observations ; mais Saussure avait traversé plusieurs fois le petit Saint-Bernard, et ce savant dit à la fin du §. 2232, de son voyage dans les Alpes : « Si ce passage des Alpes est des plus faciles, » c'est aussi en lithologie *le plus monotone que je connaisse* ». Cette phrase me décourageait ; cependant, ne pouvant résister au désir d'observer les sommités qui dominaient ce col, je me hasardai à les gravir.

Deux d'entre elles, très-élevées, semblaient se disputer le même avantage : l'une au Nord-ouest de l'hospice, nommée *la montagne de Belle-Face*, sur laquelle les ingénieurs-géographes, chargés, sous la direction du Général Samson, de prolonger dans le Mont-Blanc les opérations trigonométriques de l'immortel Cassini, viennent d'élever un obélisque ; l'autre au Sud-est, nommée *le mont Valaisan*, près de laquelle est un fort construit pour défendre ce passage difficile.

Il me fallut plus de deux heures pour gravir péniblement sur une herbe sèche, la sommité de la montagne de Belle-Face. Là je découvris



parfaitement et sans obstacle, toutes les montagnes situées du Nord-ouest à l'Est, en passant par le Sud; mais le Mont-Blanc était masqué par la montagne du lac sans fond, plus élevée que celle où j'étais. Je me déterminai donc, après avoir fait quelques observations assez intéressantes, à descendre pour reconnaître le mont Valaisan.

Un chemin de mulet conduit de l'hospice au fort Valaisan; on suit après la crête de la montagne jusqu'à la sommité; le chemin est d'une heure un quart à une heure et demie environ: de cette hauteur je découvris parfaitement l'ensemble des montagnes qui environnent le Mont-Blanc, et je fus amplement dédommagé de la peine que j'avais prise pour arriver sur ce sommet.

Le chemin qui y conduit de l'hospice du petit Saint-Bernard, quoiqu'assez praticable, pouvait paraître difficile aux personnes qui sont peu habituées aux montagnes; et il était intéressant de trouver une position encore plus facile à gravir, qui présentât le même aspect. Le Belvédér, montagne isolée en forme de cône, sur laquelle un poste de 1200 hommes fut forcé et pris par les troupes Françaises dans la dernière guerre, me parut présenter le même avantage. Je descendis donc du mont Valaisan pour visiter cette nouvelle position.

Mon épouse, qui était venue avec moi pour observer le passage célèbre du petit Saint-Bernard, voulut m'accompagner sur le sommet du Belvédér. Nous y arrivâmes après une heure d'une marche lente, partie sur une pelouse tendre et peu inclinée, partie sur des débris de

roches accumulées et détachées du sommet de ce cône.

L'aspect du Mont-Blanc, vu de cette sommité, est aussi agréable et aussi instructif que du sommet du mont Valaisan. On découvre autour de soi un horizon immense: au Nord est le colosse pyramidal du Mont-Blanc, soutenu par le mont Péleret, le mont Rouge et le mont Broglia: les glaciers de la Brenva et du Miège paraissent sortir de ses flancs, ainsi que plusieurs autres plus petits, qui tombent dans l'allée Blanche et dans le col de Férel. Sur la direction de ce col, au Nord-est, la vue se prolonge jusque vers l'Allemagne.

À l'Est, quart Nord-est, on distingue le Mont-Rose, dont la hauteur rivalise avec le mont Blanc; le grand Saint-Bernard, les glaciers de Tellefra, et enfin toutes les hautes montagnes d'Italie jusqu'à l'Est, quart Sud-est.

Au Sud-est est le mont Yseran, le glacier de Riotour de plus de 16 lieues d'étendue.

Au Sud, le mont Pourri, et tous les glaciers des environs de l'École-pratique des mines de Pesey; au Sud-ouest, les glaciers de Barcelonnette, et des départemens de l'Isère et des Hautes-Alpes.

La vallée de la Tarantaise, dans le fond de laquelle on voit serpenter l'Isère, est à l'Ouest-sud-ouest; on y distingue la position de Moustier au pied du glacier de la Magdeleine, et celle de Chambéry, à l'Ouest, séparée, en tournant vers le Nord, du beau lac d'Annecy, (sur le bord duquel le chimiste Berthollet est né) par le pays peu connu des Bauges; enfin on découvre au Nord-ouest, quart de Nord,

le col du Bonhomme, regardé par Saussure comme un des plus difficiles passages des Alpes; et au Nord, quart Nord-ouest, le col de la Seigne qui termine l'allée Blanche, ainsi que ses glaciers et celui de Fresnay.

De cette position, la structure des montagnes présente des détails intéressans et instructifs : on remarque deux inclinaisons particulières des grandes masses ; l'une dirigée sur le Mont-Blanc, l'autre dirigée sur le mont Yseran et sur le glacier de Riotour ; la vallée de la Tuile semble séparer ces deux inclinaisons.

Entre l'allée Blanche, ou la vallée de Veni, dont la direction est du Sud-ouest au Nord-est, et la vallée de la Tuile qui lui est parallèle, sont quatre grandes vallées transversales, à peu-près parallèles à la vallée d'Aost, dont la direction est du Sud-sud-est au Nord-nord-ouest. Ces vallées séparent quatre sommités de petites chaînes, dont les couches inclinées de 50°. environ, se dirigent vers le Mont-Blanc. La pierre qui compose les couches les plus voisines du petit Saint-Bernard, est un schiste calcaire micacé, dans lequel se trouvent des rognons de quartz et de chaux carbonatée.

La vue des Alpes du sommet du Belvédère me parut si intéressante, que M. Joseph-Mazari Pencoli, étant venu me joindre à Moustier, pour étudier avec moi la structure du Mont-Blanc, je ne crus pas pouvoir le conduire sur une position plus instructive, pour lui donner une idée positive de l'ensemble de ces montagnes.

Enfin M. Guéniveau, élève des mines, qui avait déjà parcouru les Alpes avec vous, et que j'avais invité à monter sur le sommet du

Belvédère, m'écrivit : « Puisque vous désirez connaître l'impression que la vue des Alpes a faite sur moi et sur mes camarades de voyage, je puis vous assurer que le Belvédère est un des points duquel on voit le mieux la chaîne des Alpes ; il mérite d'être indiqué aux voyageurs. Malgré plusieurs courses faites l'année dernière, sur différentes montagnes très-élevées, je n'avais pas encore une idée de la disposition et des contours de la chaîne principale ; maintenant je m'en représente toutes les sinuosités dans une longueur de plus de quarante lieues ».

La vue des Alpes, prise du Belvédère, a sur celle du Buet et de Crémont, l'avantage de pouvoir être observée par tous les voyageurs.

Le passage du petit Saint-Bernard est un des plus faciles des Alpes ; on peut y arriver très-commodément à mulet : de l'hospice (où l'on peut séjourner) le voyage au sommet du Belvédère est plus commode que celui du Montanvert, dans la vallée de Chamouni. Les Dames peuvent être transportées sur des mulets près des deux tiers du chemin, et ce qui reste à faire à pied est d'un accès très-facile. Voilà donc pour les voyageurs un nouvel aspect des Alpes moins fatigant, plus accessible, et au moins aussi agréable que ceux cités par l'illustre Saussure.

Je vous ai annoncé que j'avais fait, sur la montagne de Belle-Face, quelques observations : en voici une que je fis avec M. de Mazari : nous remarquâmes à l'Ouest de l'obélisque, dans une vallée peu profonde, deux petits lacs dont l'eau paraissait rouge ; présu-

mant que cette couleur était produite par la lumière ou par la substance du fond, nous descendîmes sur les bords; mais nous nous aperçûmes bientôt, en les parcourant, que la couleur était indépendante de ces deux effets.

Nous prîmes deux bouteilles de cette eau; mise dans un verre, elle paraissait limpide et presque incolore; versée dans un tube, d'un à deux pieds de profondeur, sa couleur rouge augmentait avec l'épaisseur de la tranche.

Transportée au laboratoire de l'École des mines à Moustier, les réactifs n'indiquèrent aucune dissolution; mais filtrée à travers du papier fin, l'eau perdit sa teinte rouge, et elle laissa une pellicule rougeâtre sur le filtre, ce qui me prouva que la cause de la couleur rouge était due à une substance végétale ou animale tenue en suspension dans l'eau. Le peu d'eau que nous avons apporté ne me donnant qu'une très-petite quantité de ce précipité, ne me permit pas de déterminer sa nature.

En parcourant les environs du petit Saint-Bernard, j'ai remarqué sur le bord du chemin, entre l'hospice et le grand cercle indiqué par des rochers, sur l'origine duquel on est incertain, du *porphyre calcaire* tout-à-fait semblable à celui que Saussure avait trouvé au passage du Bonhomme; j'en ai ensuite trouvé le gisement un peu sur la droite, où l'on voit un rocher de cette nature sortir à travers le gazon qui couvre la pente douce qui conduit au Belyéder.

En tournant au Nord, le long de la Torvière, côtoyant le joli lac de Varney, et gravissant la petite montée verte de Barmes pour aller au

glacier des Lavages, on trouve, sous le schiste calcaire micacé, une roche serpentineuse coupée de plusieurs petites fentes remplies d'amiante, d'asbest, d'actinote verte et grise. La grise se trouve principalement dans les premiers rochers que l'on remarque en se dirigeant sur le glacier.

Près du glacier on trouve des masses de chlorite verte, des filons de talc blanc et bleuâtre, pénétrés de cristaux, de fer octaédre, et de pyrites dodécaèdres à plans rhombes; de beaux filons remplis de cristaux de quartz, mélangés de chlorite verte, coupent aussi les masses dans plusieurs directions différentes.

La roche serpentineuse existe dans cet endroit, sous des formes et des mélanges très-variés; plusieurs masses tendres et homogènes seraient susceptibles d'être travaillées; on pourrait en obtenir de ces vases dont il se fait un commerce considérable dans plusieurs endroits de la Suisse et de l'Italie.

Les roches et les minéraux à bases de magnésie, sont très-communs dans les environs du petit Saint-Bernard; on les trouve ordinairement interposés entre les roches quartzeuses et les roches calcaires.

J'ai déposé au Cabinet du Conseil des Mines des échantillons des minéraux que j'ai ramassés aux environs du petit Saint-Bernard: les curieux, les amateurs et les minéralogistes, pourront les examiner dans ce Cabinet, qui est ouvert au public.

Ne voulant, mon ami, vous rapporter que quelques-unes des observations que j'ai faites

aux environs du petit Saint-Bernard, je termine cette Lettre, qui n'a d'autre but que d'encourager à de nouvelles recherches les amateurs de géologie, et de leur prouver que si l'on peut rencontrer des choses intéressantes dans les lieux que Saussure a regardés comme monotones en géologie, à plus forte raison, peut-on espérer de faire des découvertes, en parcourant les lieux que ce savant n'a pas visités ou qu'il n'a pas décrits ?

---

## A N N O N C E S

### *CONCERNANT les Mines, les Sciences et les Arts.*

Le Nouveau Transformateur des Poids et Mesures, à l'usage des Administrations, du Commerce et des Arts, dédié à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, et imprimé par autorisation du Ministre de l'Intérieur; par E. Bonneau.

Ce Tableau, qui est sorti depuis quelque tems des presses de l'Imprimerie Impériale, mérite d'être distingué de tous ceux du même genre, qui ont été publiés jusqu'ici. L'Auteur a eu pour objet de le disposer de manière qu'il peut être facilement employé, même dans les cas de conversion les plus compliqués. Nous pensons qu'il a complètement rempli le but utile qu'il s'est proposé.

Se vend (75 centimes) chez l'Auteur, rue Cassette, N<sup>o</sup>. 847; Rondonneau, Hôtel de Boulogne, rue Saint-Honoré, près Saint-Roch; Marfinet, rue du Coq-Saint-Honoré; et Leblanc, place et maison de l'Abbaye Saint-Germain.

---

# JOURNAL DES MINES.

N<sup>o</sup>. 100. NIVOSE AN 13.

---

## M É M O I R E

*Sur les procédés employés en Angleterre pour le traitement du fer par le moyen de la houille.*

Par A. H. DE BONNARD, Ingénieur des Mines et Usines de France.

SI le fer est de tous les métaux connus le plus utile et le plus généralement répandu, il est aussi celui dont le traitement présente le plus de difficultés, et nécessite, proportion gardée, avec le degré de richesse et de pureté des minerais qui le renferment, l'emploi de plus de combustible. Les nombreuses forges répandues sur tous les points de la France, et qui suffisent à peine aux besoins multipliés de notre agriculture, de nos fabriques et de nos arsenaux, consomment chaque année une quantité de charbon de bois qui, lorsqu'on la calcule, paraît vraiment effrayante; et il est malheureusement hors de doute que dans plusieurs parties de l'Empire, cette consommation est dans une proportion trop grande, relativement à l'état actuel de dépeuplement dans lequel se trouvent

Volume 17.

R

la plupart de nos forêts. L'augmentation successive du prix des bois, suite naturelle de cet état, diminue chaque jour l'avantage que les propriétaires de forges peuvent et doivent retirer de leur industrie, et les force à élever le prix des produits de leur fabrication; ils ne peuvent le faire que dans un rapport moins grand que celui du renchérissement des substances qu'ils emploient, et cette hausse est déjà suffisante pour nuire à toutes les manufactures pour lesquelles le fer devient une matière première, à tous les ateliers pour lesquels il est un objet de première nécessité. Ainsi, et comme il arrive presque toujours dans des circonstances analogues, l'État, le fabricant et le consommateur, souffrent également et par une même cause.

La substitution de la houille au charbon de bois, dans les opérations qui composent le traitement du fer, en tarissant la source du mal, aurait un double résultat, dont les avantages seraient bientôt et bien généralement sentis. C'est certainement de tous les perfectionnemens qu'il est possible d'apporter dans les travaux métallurgiques, celui dont les effets seraient les plus utiles à notre pays. D'après cette idée, je crois devoir exposer ici les résultats des observations que j'ai été à portée de faire dans quelques forges d'Angleterre. Il ne m'a point été possible de prendre de dessin exact d'aucune des machines dont j'aurai occasion de parler, en sorte que je me bornerai, autant que je le pourrai, à la description des procédés, qui m'a paru présenter à elle seule assez d'intérêt pour mériter d'être connue.

J'ai visité des usines à fer dans plusieurs parties de l'Angleterre, savoir, à *Merthyrtydril* et dans ses environs en Glamorgaushire, à *Colebrookdale* en Shropshire, et dans la plaine située entre *Wolverhampton* et *Wednesbury* en Staffordshire. Les procédés en usage dans ces différens endroits, présentent entre eux quelques légères différences que je tâcherai d'indiquer, en m'attachant davantage à la description des opérations de *Merthyrtydril*, qui sont celles que j'ai pu suivre avec le plus de détails.

La fabrication du fer à la houille, se compose en général en Angleterre de quatre opérations.

1<sup>o</sup>. La fonte des minerais dans le haut fourneau appelé *Blast furnaces*. On l'opère avec du charbon de houille ou *coaks*. Elle produit des espèces de gueuses que l'on nomme *pig iron* (fer en saumons).

2<sup>o</sup>. Une seconde fusion que l'on fait subir à la fonte dans des foyers nommés *fineris*, assez semblables à nos feux d'affinerie. Cette opération se fait encore au *coaks*. Elle produit d'autres gueuses que l'on désigne sous le nom de *fine metal* (métal affiné).

3<sup>o</sup>. La véritable opération de l'*affinage* de la fonte qui s'exécute dans des fourneaux à réverbère appelés *puddling furnaces*, par le moyen de la houille en nature. Elle produit des loupes que l'on ébauche de différentes manières, de manière à en former des espèces de massets auxquels on donne le nom de *lumps*.

4<sup>o</sup>. Une chauffe que l'on fait subir aux massets dans d'autres fourneaux à réverbère nommés *blowing furnaces*, pour les étirer ensuite en barres entre des cylindres cannelés.

On voit que les deux premières de ces opérations ont pour objet la fusion du minerai et la préparation de la fonte, de manière à la rendre propre à être affinée ; et que le but des deux dernières est la conversion de cette fonte en fer forgé. Cette distinction divise naturellement le Mémoire en deux parties correspondantes à ces deux genres de travaux.

## PREMIÈRE PARTIE.

*Fusion des minerais et préparation de la fonte.*

Avant d'entrer dans aucun détail relatif à l'exposé de ces opérations, il est à propos de dire un mot sur la préparation du *coaks* dont on fait usage pour les exécuter, et en général sur l'emploi de ce combustible.

*Préparation du coaks.*

On sait que le but de cette opération est de dégager du charbon de houille, par une combustion lente, les principes auxquels il est mélangé, et dont les principaux sont le bitume et le soufre.

Mais la houille contient aussi des terres, et principalement de l'alumine en plus ou moins grande quantité, et lors de la combustion des autres principes étrangers au charbon, une partie des acides formés par le soufre se porte sur ces substances terreuses, et forme avec elles des sels que le faible degré de chaleur produit par cette combustion ne peut pas décomposer,

Inconvé-  
niens que  
présente la  
houille dans  
son emploi.

et qui restent renfermés dans le *coaks*. Dans le haut fourneau ces sels se décomposent, tant à cause de la grande intensité de chaleur à laquelle ils sont exposés, que par la tendance de l'alumine à l'unir aux autres terres avec lesquelles elle se trouve en contact pour se vitrifier avec elles. Il en résulte que les acides sulfurique et sulfureux redevenant libres, se portent sur les parties métalliques, s'unissent avec elles, et rendent le fer aigre cassant à chaud.

Si la houille contient du phosphore, des effets analogues ont lieu pour les acides phosphorique et phosphoreux pendant la carbonisation et lors de la fusion des minerais ; et la *sidérite*, qui se forme pendant cette dernière opération, donne au fer le défaut d'être cassant à froid.

Tels sont les principaux inconvéniens à éviter dans l'emploi du *coaks* pour la fonte des minerais de fer, et on voit qu'ils sont d'une nature telle que l'état actuel de nos connaissances ne nous permet guère d'espérer pouvoir y remédier par des soins plus ou moins grands apportés à la carbonisation ; car la combustion lente et entière de la substance charbonneuse elle-même, ne produirait probablement pas un degré de chaleur suffisant pour décomposer les sels, dont la formation est inévitable quand la houille contient leurs principes. C'est donc principalement au choix de cette houille qu'il faut s'attacher. Elle doit, pour pouvoir donner de bon *coaks*, contenir le moins possible de soufre et de terre, et être au contraire fort bitumineuse. Cette dernière qualité n'est essentielle, que parce qu'elle indique ordinairement l'absence des principes nuisibles ; car on conçoit que du

Qualités  
nécessaires  
dans la  
houille.

reste, la présence d'une grande quantité de bitume dans la houille, n'est aucunement nécessaire dans le cas où on veut la charbonner. Il peut même arriver que la proportion trop grande de cette substance devienne un inconvénient, en ce qu'elle ne se brûle pas en totalité dans la carbonisation, ou que dans le cas contraire, elle produit un degré de chaleur assez considérable pour brûler une partie de la substance charbonneuse. C'est ainsi que l'on dit en Angleterre que la houille de *Newcastle* qui est la plus bitumineuse, et à proprement parler la meilleure de toutes les houilles connues, n'est point aussi bonne pour faire du *coaks* que celles de plusieurs autres endroits, qui lui sont du reste inférieures pour beaucoup d'autres usages, et particulièrement pour l'emploi dans les forges des maréchaux.

La houille doit en outre contenir, relativement à son volume, la plus grande quantité possible de carbone. Cette qualité, qui est d'ailleurs une suite naturelle de l'absence des substances nuisibles, présente en outre cet avantage, que la houille qui la possède fournit plus de *coaks* à la carbonisation, et que ce *coaks* peut à poids égal fondre dans le haut fourneau des quantités de minerai plus considérables que celui provenant d'une houille de qualité inférieure. Cet effet, qui tient probablement à la densité du *coaks*, et peut-être à son moindre degré d'oxydation, nécessite aussi naturellement l'emploi de courans d'air plus forts.

On apporte en Angleterre un grand soin au choix de la houille destinée à être réduite en *coaks*, mais on en donne en général fort peu

Carbonisation de la houille.

à la préparation de cette substance. Il en résulte nécessairement que le *coaks* obtenu avec la même houille est d'une qualité très-variable, tantôt trop brûlé, tantôt renfermant encore quelques-uns des principes que l'on voulait en séparer. Ces défauts nuisent de différentes manières à la fusion des minerais, et sont de la nature de ceux dont des méthodes plus parfaites de carbonisation, ou plus de soin apporté dans celle que l'on emploie, préviendraient l'existence et empêcheraient les effets.

Dans le *Glamorgau* et le *Shropshire* on fait en général à l'air libre des tas de houille en dos d'âne qui ont 40-50 pieds de longueur, 3-4 pieds de largeur, et autant de hauteur. On met les gros morceaux au milieu, et la même houille près de la surface qu'on recouvre d'un peu de terre. On allume à un bout du tas et par-dessus, avec quelques morceaux de houille enflammés, et on laisse le feu se communiquer dans toute la masse, en prenant seulement la précaution de boucher avec du *coaks* en poudre ou avec de la terre, les ouvertures par lesquelles la flamme s'échappe avec trop de force. La durée d'une opération semblable varie beaucoup, toutes choses égales d'ailleurs, d'après la force du vent. Elle est souvent terminée en vingt-quatre heures. On obtient ordinairement en *coaks* à *Merthyr* les trois cinquièmes du poids de la houille employée.

Près de *Wolwerhampton*, la houille étant moins bitumineuse et plus difficile à brûler, on la met en tas coniques, assez semblables à nos charbonnières de bois, autour d'un petit fourneau par lequel on met le feu. Ce fourneau

est en briques ; il a la forme d'un cône tronqué , de 3-4 pieds de diamètre à sa base , sur autant d'élévation , et ses murs sont percés à plusieurs hauteurs d'évents , qui servent à entretenir le courant d'air dans le tas de houille en combustion.

Carbonisation de la houille dans des fours.

J'ai vu une usine à *Broseley* en Shropshire , où l'on prépare une partie du *coaks* dont on fait usage , d'après le procédé indiqué par le Lord *Dundonald*.

On remplit de houille des fours faits en brique , qui ont la forme d'un conoïde , environ 8 pieds de hauteur et autant de diamètre à la base. On allume par une ouverture placée dans le sol. On conduit ensuite le feu à volonté au moyen de plusieurs petits trous placés sur les parois du four à différentes hauteurs , et qu'on ferme successivement en allant de bas en haut , à mesure que la flamme gagne et que la houille se carbonise.

Distillation du bitume.

Au sommet du four est un conduit horizontal par lequel la fumée se rend dans des tuyaux d'environ 8 pouces en carré qui serpentent sous des bassins d'eau froide , et où elle se condense pour la plus grande partie. Le reste se dégage par des cheminées très-élevées. Ce n'est presque que du gaz hydrogène qui sort par ces ouvertures , et quelquefois le feu s'y communique et il brûle avec explosion.

La partie condensée et liquide coule dans un réservoir où on la recueille sur l'eau. C'est un mélange de bitume et d'huile empyreumatique , qu'on peut employer dans cet état pour graisser les roues des voitures. On sépare aussi ces deux substances en distillant l'huile qui est d'un jaune

brun , et qu'on reçoit dans des vases séparés. Le bitume reste très-noir et se solidifie par le refroidissement.

Dix tonnes ( vingt milliers ) de houille donnent environ deux barils de bitume.

Le *coaks* obtenu dans cette opération est en plus grande proportion que celui qu'on fait à l'air libre. Beaucoup de personnes prétendent qu'il n'est pas aussi bon pour la fusion des minerais de fer. Cependant le maître de forges qui le prépare ainsi l'emploie dans ses fourneaux , indistinctement avec du *coaks* préparé à la manière ordinaire , et la qualité de la fonte n'en est nullement altérée.

#### PREMIÈRE OPÉRATION.

##### *Fusion des minerais.*

Le minerai de fer que l'on traite dans toutes les usines que j'ai visitées , est un schiste argileux et ferrugineux , qui se rencontre partout en bancs de quelques pouces d'épaisseur alternant avec des couches de houille. Sa couleur varie du gris au brun et au jaune. Il renferme quelquefois des empreintes de fougère et autres végétaux. Les couches de ce minerai sont remarquables dans les tranchées par lesquelles on les exploite , souvent en ce qu'elles présentent une multitude de fentes verticales , qui font prendre à leurs fragmens des formes approchant de celle d'un prisme à base rhomboïdale. Ces fragmens exposés à l'air , acquièrent , par la décomposition , une apparence sphéroïdale et concentrique.

Nature des minerais.



Leur richesse.

La richesse de ces minerais est un peu variable, mais on les mélange ordinairement entre eux, de manière à leur faire rendre environ 33 pour 100 dans le haut fourneau. Cette proportion est regardée dans beaucoup d'usines comme la plus avantageuse, c'est aussi une de celles qu'on rencontre le plus communément.

Grillage

Les minerais sont toujours grillés avant d'être jetés dans les fourneaux. Ce grillage se fait dans le *Shropshire* à l'air libre, en formant par des lits successifs de houille et de minerai, de grandes pyramides tronquées, dont la base a quelquefois plus de 5 pieds de long sur 20 pieds de large. Dans le *Glamorgau* on l'opère dans des espèces de fours à chaux en cône renversé, où l'on met aussi des lits successifs des deux substances. Dans le premier cas, l'opération dure un nombre de jours qui varie suivant la grandeur des tas et l'activité de l'air. La houille que l'on y brûle ne fait le plus souvent que se convertir en coaks, et on l'emploie ensuite dans les fourneaux. Dans le second cas, on retire de tems à autre le minerai torréfié par l'ouverture inférieure, et on ajoute continuellement par-dessus de la houille et de nouveau minerai. Le combustible se consume ordinairement en entier, parce que l'activité du feu est assez considérable.

Je crois la première méthode préférable à la seconde. La chaleur y est à la fois plus uniforme et plus douce, et sous ce double point de vue, elle paraît mieux remplir le but que l'on se propose en torréfiant le minerai de fer, qui doit être de les dégager d'une partie des principes volatils et nuisibles qu'ils renferment,

et de diminuer la force d'aggrégation qui existe entre leurs molécules, mais non d'augmenter la proportion d'oxygène qu'ils contiennent, effet qui ne peut manquer d'avoir lieu quand on élève trop la température en procurant un courant d'air actif à la substance en combustion.

L'élévation des hauts fourneaux nommés *blast furnaces*, varie de 40 jusqu'à 60 et même 65 pieds; mais ce n'est que dans le *Glamorgau* qu'on en a construits de cette dernière hauteur. Les grandes différences qui existent dans les qualités des houilles et des minerais dont on fait usage, doivent nécessairement faire varier dans les fourneaux les proportions qui donnent le *maximum* d'avantages; cependant on s'accorde assez généralement à donner la préférence à ceux de 50 pieds de hauteur, quand la houille étant d'une très-bonne qualité, donne un *coaks* plus abondant, plus fort, et qui exige un courant d'air plus considérable, et à ceux de 45 pieds, lorsque la houille est d'une qualité inférieure.

Les autres proportions des fourneaux varient aussi et dans des rapports à-peu-près semblables. Ainsi le centre a dans sa plus grande largeur 12 pieds de diamètre dans les fourneaux de 45 pieds de hauteur, il a plus de 14 pieds dans ceux de 60 pieds d'élévation. Cette plus grande largeur qui se trouve au point de rencontre des étalages avec la cuve, est en général à-peu-près au tiers de la hauteur totale du fourneau.

L'ouverture du gueulard a depuis 2 pieds et demi jusqu'à 4 pieds de diamètre.

Le fond du creuset et tantôt carré, tantôt

Hauts fourneaux.

parallélogrammique. Ses dimensions varient en raison des autres proportions des fourneaux, et de la quantité de fonte qu'on veut lui faire contenir. Il a de 6 à 7 pieds de hauteur jusqu'au point où commencent les étalages.

La forme intérieure des fourneaux anglais est connue. La chemise, les étalages, et les parois du creuset sont dans le plus grand nombre des usines formées en entier de briques réfractaires faites exprès pour chacune de ces trois parties. Derrière le revêtement de la cuve, on fait souvent une seconde paroi aussi en briques, en laissant entre ces deux parois un intervalle de trois pouces de largeur, que l'on remplit de poussière de charbon mêlée d'argile et fortement battue.

Cependant dans quelques fourneaux, on forme les étalages et les parois du creuset, de pierres de grès les plus réfractaires que l'on puisse rencontrer. Mais cette construction ne présente jamais autant d'avantages que celles en briques, qui sont aussi plus généralement adoptées. Les briques faites avec soin résistent beaucoup mieux à l'action du feu que les grès les moins fusibles, l'ouvrage du creuset est beaucoup plus lent à se déformer et à se détruire, et il n'est pas rare de voir des fourneaux dont l'intérieur est entièrement construit en briques, rester au feu huit ou dix ans sans aucune interruption.

L'épaisseur de la maçonnerie du fourneau varie dans les diverses provinces, ainsi que la forme extérieure de cette maçonnerie. Dans le *Glamorgau* et le *Shropshire*, les fourneaux sont ordinairement accolés plusieurs à côté l'un de l'autre, et adossés à des escarpemens de rochers,

dont le sommet se trouve à-peu-près au niveau du gueulard. Leur masse présente alors la forme d'une pyramide tronquée, dont les faces sont presque parallèles, et les dimensions de la base de cette pyramide sont souvent pour un fourneau isolé de plus des deux tiers de sa hauteur.

En *Staffordshire*, au contraire, où les fourneaux sont en général en plaine, ils sont généralement isolés, ont une forme conique, et leur maçonnerie a moins d'épaisseur que dans les autres provinces. Cette différence dans les proportions est d'autant plus sensible à l'œil, que les fourneaux sont le plus souvent surmontés d'une cheminée qui a 6, 8, et jusqu'à 10 pieds de hauteur au-dessus du gueulard. Elle donne plus d'élégance à la masse du fourneau sans rien ôter à sa solidité, et présente en outre cet avantage que le massif de maçonnerie sèche beaucoup plus facilement que lorsqu'il est plus épais. L'expérience prouve d'ailleurs que cette grande épaisseur n'est nullement utile pour consumer la chaleur dans le fourneau, surtout lorsqu'on place derrière la chemise intérieure une couche de poussière de charbon.

L'air est fourni aux fourneaux par des machines soufflantes en fonte et cylindriques, dont le diamètre et la hauteur varient en général de 6 à 9 pieds. Les régulateurs de ces machines sont ou des cylindres de fonte de semblables dimensions, et dont le piston est chargé de poids, ou des cases à air, ou de grandes caisses renversées sur l'eau. Des jauges à mercure placées sur les régulateurs, indiquent le degré de compression auquel est soumis l'air qu'ils renferment.

Machines  
soufflantes.

Ces machines soufflantes sont ordinairement mues par des machines à vapeur, quelquefois par des roues hydrauliques, et quelquefois par l'union de ces deux puissances motrices.

Pour les fourneaux nouvellement construits, et dans l'établissement de ceux dont on construit encore aujourd'hui un grand nombre, principalement dans le *Glamorgau*, les cylindres soufflans ont ordinairement 7 pieds de diamètre et 8 pieds de hauteur. Le piston de chacun de ces cylindres est mis en mouvement par le balancier d'une machine à vapeur à double effet, de 40 pouces de diamètre, et donnant 13 à 14 coups par minute. Un attirail semblable fournit de l'air à deux *blast furnaces* et en même à trois *fineris*. Son établissement coûte environ 2500 livres sterlings ou 60000 francs, dont 1500 livres sterlings ou 36000 francs pour la machine à vapeur, et 1000 livres sterlings ou 24000 fr. pour la machine soufflante.

Position  
des buses.

On donne en général aux buses par lesquelles l'air comprimé s'introduit dans le fourneau, une position horizontale, en les dirigeant de manière à ce que le vent aille frapper l'angle formé par la rustine et le contre-vent. Mais dans quelques fourneaux de *Glamorgau* on trouve plus avantageux de relever un peu les buses par leur extrémité, bien loin de faire plonger leur direction dans le creuset, comme cela a lieu dans un grand nombre de forges. Cette méthode de diriger le vent de bas en haut augmente, dit-on, beaucoup la rapidité de la combustion et le produit du fourneau, mais il est probable qu'elle n'occasionne ni économie ni amélioration dans la qualité de la fonte. Aussi est-elle

employée seulement dans quelques usines où l'on ne vise qu'à porter le plus loin possible la quantité de la fabrication.

Avant de mettre un fourneau en feu on le sèche et on le chauffe. Pour cela, on forme en avant du fourneau un petit foyer garni d'une grille sur laquelle on allume de la houille, dont la flamme est aspirée avec force par la cavité du fourneau. On a eu soin, avant d'allumer le feu, de revêtir intérieurement les parois du creuset en briques posées de champ, pour les garantir de l'effet subit de la chaleur. On entretient le feu sur la grille pendant quinze jours ou un mois, et quant on juge que le fourneau est entièrement sec et déjà considérablement échauffé, on détruit le foyer provisoire, et on donne le dernier degré de chaleur nécessaire, en remplissant peu à peu de coaks la cavité entière du fourneau jusqu'aux trois quarts de sa hauteur, ou même jusqu'au gueulard, puis on commence à charger en minerai, mais d'abord très-faiblement. Lorsque ces premières charges sont descendues et approchent du creuset, on retire son revêtement provisoire, on ferme son ouverture antérieure avec la pierre de la Dame, et on commence à donner le vent. La chaleur du fourneau acquérant encore de plus en plus d'intensité, on peut augmenter successivement le nombre des charges et la proportion du minerai dans chacune d'elles; mais ce n'est qu'au bout de plusieurs mois que l'on atteint à cet égard la marche qui doit ensuite être suivie à peu-près constamment pendant la durée entière du roulis du fourneau.

Assèchement  
du  
fourneau.

Le nombre des charges que l'on fait par jour

Nombre  
des charges.

Leur composition.  
Produit du fourneau.

depuis ce moment, la composition de ces charges, et le produit journalier du fourneau, varient beaucoup dans les différentes usines d'après la qualité du *coaks*, celle du minerai, le degré de compression et de vitesse que l'on donne à l'air des machines soufflantes, et la disposition des tuyères. Dans les fourneaux de *Glamorgau*, de 50 à 65 pieds de hauteur, et où l'on donne au vent une direction un peu ascendante, on passe 80 et même 90 charges par 24 heures. Chacune de ces charges est composée d'environ 4 quintaux de *coaks*, 4 quintaux de minerai et un quintal de castine. On coule deux fois pendant cet espace de tems. Chaque coulée donne de trois tonnes à trois tonnes et demie (6 à 7 milliers) de fonte, ce qui fait pour le produit d'un fourneau 42 à 49 tonnes (84 à 98 milliers) par semaine, et 2000 à 2500 tonnes (4 à 5 millions) par an.

Dans le *Shropshire* et le *Staffordshire*, où la houille est d'une qualité un peu inférieure, où les fourneaux sont moins grands, et où les tuyères sont horizontales, on fait journellement un nombre de charges un peu moins considérables, et dans chacune d'elles le *coaks* se trouve en proportion plus grande que le minerai. Ainsi l'on charge 3 quintaux et demi de *coaks* pour 3 quintaux de minerai, et moins d'un quintal de castine. Le produit d'un fourneau est dans ces provinces de 5 tonnes à 6 tonnes et demie par jour, de 35 à 45 tonnes par semaine, et de 1800 à 2200 tonnes par an.

En s'arrêtant un moment ici pour comparer les proportions de combustible que l'on fait entrer dans les charges avec celles employées au

même

même usage, et pour obtenir le même effet dans toutes les usines du continent, on sera sans doute étonné de voir qu'on brûle deux et trois fois plus de *coaks*, même dans les fourneaux où on l'épargne le plus, qu'on ne brûle ailleurs de charbon de bois pour des résultats analogues.

Cependant la chaleur produite par le premier de ces deux combustibles en ignition est plus forte que celle dégagée par un poids égal du second. A quoi peut donc tenir une aussi énorme différence? Il est probable que les principes unis au carbone dans ces deux substances, et peut-être encore le différent degré d'oxydation auquel ce carbone se trouve dans chacune d'elles, entrent pour beaucoup dans la solution de cette difficulté, mais nous n'avons encore à cet égard aucune donnée satisfaisante, et cette question mérite de fixer l'attention des hommes instruits qui voudront essayer de substituer en France l'emploi de la houille à celui du charbon de bois dans toutes les parties du traitement du fer.

Au reste, si, comme on peut le présumer, la tendance du charbon pour s'unir à l'oxygène, ou au moins la facilité avec laquelle il se combine avec cet aliment de la combustion, est diminuée dans le *coaks* par les causes que je viens d'indiquer, ou par des raisons d'une autre nature et encore inconnues; toujours est-il certain qu'il n'en est pas de même pour ce qui a rapport à la combinaison du carbone avec le fer; car (et ceci paraît d'ailleurs une suite naturelle de la plus grande quantité de combustible avec laquelle ce métal se trouve

en contact, et du tems plus long pendant lequel ce contact a lieu dans des fourneaux d'une hauteur beaucoup plus considérable) (1) les fontes produites avec du *coaks* sont en général beaucoup plus carbonées que celles obtenues avec du charbon de bois. Il semble même que l'union des deux substances dans le premier cas, soit pour ainsi dire plus intime; car il arrive dans plusieurs circonstances que le refroidissement ne l'altère presque pas, et la rend par conséquent moins sensible à la vue.

Coulée.

Pour faire la coulée, on pratique dans le sable qui forme le sol de la fonderie, une grande quantité de rigoles de 3-4 pieds de longueur, dans lesquelles la fonte se répand et se moule en petites gueuses ou saumons de cette dimension. On nomme cette fonte *pig iron* (fer en saumons). Sa qualité et son aspect varient d'après toutes les circonstances qui doivent en effet influencer diversement sa nature: ainsi, celle obtenue dans les premiers mois d'un fondage, est en général plus grise et plus douce que celle des mois suivans.

Nature des fontes.  
Moulage.

Dans les usines du *Glamorgau*, où l'on ne s'attache qu'à obtenir la plus grande quantité

(1) Cependant si la combinaison du fer avec le carbone n'a lieu que dans l'instant très-court pendant lequel la goutte de minerai en fusion reste suspendue à la *voûte* avant de tomber dans le creuset, la hauteur des fourneaux n'entre pour rien dans le degré plus ou moins grand de carbonisation de la fonte, et la proportion seule du charbon employé contribue à produire ce résultat, ce qui ne fait que confirmer ce que j'avance au sujet de la tendance du fer à s'unir au carbone contenu dans le *coaks*.

possible de produit, et où l'on ne fait entrer dans la composition de chaque charge qu'un poids de *coaks* égal à celui du minerai, le *pig-iron* présente dans sa cassure un aspect blanc et brillant, et son intérieur est rempli de petites crevasses sphériques, dont la surface interne est souvent irisée. Cette espèce de fonte est assez cassante, et pour pouvoir l'employer à mouler des objets qui demandent quelque soin, on est obligé de la refondre dans des fourneaux à réverbère, encore les pièces moulées, après cette seconde fusion, ne sont-elles jamais d'une qualité supérieure. Mais dans les usines où cette fonte est obtenue, on ne fait en général presque aucun commerce en fer coulé ou *cast-iron*, et excepté ce que l'on emploie à la confection des machines ou instrumens nécessaires aux besoins de l'usine même, on convertit en fer forgé à-peu-près tout le produit des hauts fourneaux.

Dans les autres forges du *Glamorgau*, ainsi que dans le *Staffordshire*, où les charges sont moins nombreuses, et où la proportion du *coaks* est plus grande, on obtient une fonte plus douce à cassure grise et grenue, et avec laquelle on peut fabriquer, soit immédiatement au sortir des hauts fourneaux, soit et mieux encore après une fusion aux fourneaux à réverbère, de fort bon *cast-iron*, dont on fait un commerce assez étendu.

Mais c'est principalement dans le *Shropshire*, et sur-tout à *Colebrookdale*, que les fourneaux donnent une fonte douce; et l'on apporte un soin particulier à obtenir ce résultat, parce que cette fonte à l'état de *pig iron*, et sur-tout

à celui de *cast-iron*, est presque le seul produit que l'on y fabrique, et qu'on en tire un parti extrêmement avantageux. On exécute dans ce pays, avec la plus grande perfection, tous les ouvrages de fonte moulée, soit en terre, soit en sable, tels que des roues et des cylindres de toute espèce et de toutes dimensions, des vis fort exactes, ainsi que leurs écrous, des cheminées très-ornées et avec plusieurs roues à engrainage, etc. etc. Je ne puis donner une meilleure idée de la bonté de cette fonte, qu'en rapportant une expérience qu'on a faite sous mes yeux. Une barre de fonte moulée en caisse, de 8-9 pieds de longueur, étant supportée par ses deux extrémités sur des points d'appui à quelques pouces de terre, on est parvenu, en appuyant le pied sur le milieu de cette barre, à la plier jusque à lui faire toucher le sol, et aussitôt que la pression exercée sur elle a cessé, elle a repris sa forme première avec élasticité (1).

On fabrique aussi dans le Shropshire une grande quantité de canons de bonne qualité, et l'on regarde en Angleterre la fonte produite au *coaks*, comme préférable pour cet usage, ainsi qu'en général pour la confection des objets moulés, à celle obtenue avec du charbon de bois. Son plus grand degré de carbonisation, et par conséquent de désoxydation, est sans

(1) J'ai vu faire cette épreuve dans l'usine où l'on carbonise une partie de la houille dans des fours, en en distillant le bitume: elle prouve que le *coaks* obtenu de cette manière n'est point aussi nuisible à la qualité de la fonte, que quelques propriétaires de fourneaux voisins voudraient le faire croire.

doute la cause de cette supériorité, et il est probable que les principes nuisibles fournis par la houille, qui suffisent pour vicier la qualité du fer forgé que l'on fabrique avec elle, quoique bien évidemment déjà contenus dans la fonte, n'y sont pas en assez grande quantité pour l'empêcher d'être bonne aux usages auxquels elle est destinée, parce que la *douceur* exigée pour ces usages ne peut pas entrer en comparaison avec les qualités que doit nécessairement posséder le fer doux pour être propre à tous ceux auxquels il est employé.

#### SECONDE OPÉRATION.

##### *Préparation de la fonte.*

La fonte que l'on destine à la fabrication du fer forgé, est regardée au sortir des hauts fourneaux, comme n'étant pas dans le cas d'être traitée de suite avec avantage dans les fourneaux à réverbère. On dit qu'elle est trop *impure*, qu'elle n'est pas assez *affinée* pour pouvoir être soumise à cette opération. La véritable raison est qu'elle est trop carbonisée, et que l'affinage par une seule opération en serait trop long et trop dispendieux.

Les procédés qui me restent à décrire sont beaucoup moins anciennement pratiqués que ceux de la fonte du minerai par le moyen du *coaks*. La découverte de cette dernière opération date du commencement du dix-septième siècle, et elle est généralement en usage depuis plus de 60 ans. Les procédés pour la préparation et l'affinage de la fonte ne sont au contraire

Nécessité  
de cette  
opération.

Anciennes  
méthodes.

découverts que depuis 15 ou 20 années. Avant cette époque on affinait dans des foyers assez semblables aux nôtres et par différens moyens. Pour rendre ces opérations moins longues et moins coûteuses, on préparait aussi la fonte en lui enlevant une partie de son carbone par plusieurs méthodes, de l'une desquelles M. Monge a parlé dans l'excellent Traité du fer qui fait partie de son ouvrage *sur la Fabrication des canons*. Cette méthode consistait à faire entrer la fonte en fusion dans des pots placés sur l'âtre d'un fourneau à réverbère. En se fondant elle poussait à sa surface une grande partie du carbone qu'elle contenait, et la presque totalité de cette fonte devenait blanche, peu carbonée, et plus facilement susceptible de l'affinage. Mais on perdait par cette opération la partie qui était à la surface, et qui devenait surcarbonée; au moins était-il impossible de l'employer à la fabrication du fer (1).

Procédé  
actuel.

Le procédé généralement employé aujourd'hui, consiste à faire subir à la fonte une seconde fusion dans des foyers nommés *fineris*, assez semblables à nos feux d'affinerie, mais plus grands, et qui sont alimentés avec du *coaks*. Pour cet effet, après avoir cassé les *pig-irons* en morceaux de 50-60 livres pesans, on place un ou plusieurs de ces morceaux sur le *coaks* dont le foyer est rempli, et au-dessus du vent des soufflets. La matière se fond, et

(1) Un très-petit nombre d'usines ont conservé les anciennes méthodes d'affinage. J'ai vu une petite forge à *Colebrookdale* où l'on exécute cette opération par un moyen assez analogue à celui que M. Monge a décrit.

en passant devant la tuyère tombe dans le creuset, où le vent qui plonge continuellement brûle la presque totalité du carbone qu'elle contient, et où les scories qui la couvrent l'empêchent d'être en contact avec le combustible qui pourrait lui en fournir de nouveau. On ajoute ainsi successivement de nouveaux morceaux de *pig-iron* au-dessus des charbons, à mesure que les premiers se fondent, et le creuset se remplissant de métal, les crasses surnageantes sont chassées par le vent des tuyères, et s'écoulent naturellement par-dessus les bords du foyer.

De deux en deux heures, ou même plus souvent, on débouche un trou qui existe au bas de la plaque qui forme la paroi antérieure du foyer, et la fonte coule dans des rigoles qu'on a préparées dans le sable pour la recevoir, et où elle se moule en saumons plus considérables que ceux que l'on forme au sortir des hauts fourneaux. On en fait deux à chaque coulée. On nomme cette fonte *fine metal*. Les ouvriers qui savent qu'ils doivent obtenir une fonte blanche, ont souvent soin de donner aux saumons une forme large et peu épaisse, et de les arroser de beaucoup d'eau, afin de rendre leur cassure aussi blanche que possible par un refroidissement plus subit.

Ces foyers sont continuellement en feu. On y passe environ 1500 livres de fonte en six heures. Cette fonte éprouve un déchet qui varie d'après la qualité du *coaks*, celle du *pig-iron*, et la manière de travailler de l'ouvrier, de manière à ce qu'on emploie 2200 à 2250 livres de *pig-iron* pour obtenir une tonne ou deux milliers.

Consom-  
mation et  
produit.

de *fine metal*. Les renseignemens que l'on m'a donnés sur la quantité de combustible brûlée dans cette opération, portent cette consommation à une livre de *coaks* par chaque livre de *fine metal* obtenu, ce qui me paraît devoir être au-dessus de la réalité.

Nature de  
la fonte pré-  
parée.

Ce *fine metal* a toujours une cassure blanche et brillante, mais très-peu écailleuse. Il a aussi une apparence plus compacte et plus homogène que le *pig-iron*. Il doit être en effet plus pur, et dégagé de beaucoup de substances étrangères au fer qui sont entrées dans la composition des crasses. Il doit aussi contenir beaucoup d'oxygène et fort peu de carbone; car l'action du vent des soufflets, à laquelle il a été exposé, a nécessairement été de détruire une grande partie de l'un de ces principes, et d'augmenter au contraire considérablement la proportion de l'autre. C'est dans cet état que l'on considère la fonte comme susceptible d'être affinée facilement dans les fourneaux à réverbère.

## SECONDE PARTIE.

### *Conversion de la fonte en fer forgé.*

#### TROISIÈME OPÉRATION.

### *Affinage au fourneau à réverbère, et ébauchage des loupes.*

Fourneaux.

Les fourneaux en usage pour cette opération portent le nom de *puddling furnaces*. Leur âtre

a environ 6 pieds et demi de longueur sur 3 pieds 10 pouces de largeur. Il est un peu creusé, construit en briques, ainsi que tout le reste du fourneau, et recouvert de sable. La grille de la chauffe a environ 2 pieds de largeur. L'ouverture qui donne entrée à la flamme dans le fourneau a 2 pieds et demi de côté, et celle par où elle en sort pour entrer dans le *rampant* de la cheminée, est de 2 pieds en carré. Ce *rampant* est garni d'un registre qu'on ouvre ou ferme à volonté, pour augmenter ou diminuer la force du courant et l'intensité de la chaleur. Au-dessous de son entrée est un petit bassin destiné à recevoir les scories.

Dans les usines du *Glamorgau* la chauffe a deux portes, situées antérieurement et latéralement. Dans celles du *Staffordshire*, au contraire, il n'y en a qu'une placée à la partie antérieure. Je n'ai vu dans aucune forge une cheminée au-dessus de la chauffe, comme il en a été représenté une dans la coupe d'un *puddling furnace*, figurée dans le n°. 2 des *Annales des Arts et Manufactures*.

L'ouverture antérieure du fourneau par laquelle on charge le *fine metal*, et on retire les loupes, se ferme avec une porte en fonte, de 20 à 24 pouces en carré, suspendue à l'extrémité d'un levier horizontal, au moyen duquel on l'élève ou l'abaisse à volonté. Cette porte est percée à son milieu d'une ouverture de 7 à 8 pouces de côté, qui sert à l'ouvrier pour introduire les instrumens avec lesquels il travaille dans l'intérieur du fourneau, et qui se ferme par une petite porte dans laquelle est pratiqué un trou circulaire de 8-10 lignes de diamètre,



par où l'on peut regarder pour connaître à quel point en est l'opération.

**Combustibles.** Les *puddling furnaces* sont chauffées avec de la houille en nature. On choisit pour cet effet celle de seconde qualité, dont l'emploi à cet usage laisse la faculté de réserver celle d'une qualité supérieure pour la préparation du *coaks*.

**Charge du fourneau.** Après avoir garni de sable le sol du fourneau, on le *charge* en y plaçant près de l'autel 300 livres de *fine metal* en morceaux plus ou moins volumineux. On ferme alors la porte aussi hermétiquement que possible, en *margeant* tous les bords avec de l'argile, et bouchant même le petit trou du milieu. On jette de la houille sur la grille, et on entretient le feu, en laissant ouverte la porte antérieure de la chauffe, et fermant à moitié le registre de la cheminée. Au bout d'une demi-heure environ, lorsque la fonte est devenue d'un rouge blanc, on donne un coup de feu plus fort en continuant à alimenter la grille, fermant hermétiquement la porte de la chauffe, et ouvrant en entier le registre de la cheminée. Ce coup de feu a pour objet d'opérer la fusion du métal qui en effet se ramollit aussitôt et commence à couler. On observe ordinairement, à cette époque de l'opération, que les parties fondues bouillonnent pendant quelques instans. Au bout de moins d'un quart-d'heure, la fusion étant presque entièrement achevée, l'ouvrier ouvre la petite porte du fourneau, et y introduit un *ringard*, avec lequel il casse les morceaux qui existent encore, et les rapproche du foyer pour accélérer leur liquéfaction. En effet, après quelques minutes, tout est ordinairement fondu. Alors l'ouvrier se servant alter-

**Brassage du bain.**

nativement de *ringards* et de *râbles*, et les agitant continuellement dans le bain du métal, le brasse fortement, de manière à renouveler sans cesse les points de contact avec la flamme qui désoxyde successivement les molécules métalliques qui sont séchées par elle. En perdant ce principe étranger, le fer perd également sa fusibilité, aussi les parties revivifiées reprennent-elles aussitôt l'état solide? et au bout d'une demi-heure de brassage, la substance présente l'aspect d'une pâte à demi-liquide, et renfermant une multitude de petits grains. Pendant la durée de ce travail, l'ouvrier jette quelquefois un peu de sable sur la partie du bain qu'il est occupé à brasser, afin de faciliter la formation d'escories, qui, à mesure qu'elles viennent, surnagent le bain métallique, sont poussées dans le bassin destiné à les recevoir, où l'on a soin d'entretenir leur liquidité avec des morceaux de houille enflammée, et duquel on les fait écouler de tems à autre, en débouchant un trou destiné à cet usage. Dans le *Stafforshire* on a l'habitude de jeter aussi à plusieurs reprises de l'eau sur le bain pendant la durée du brassage. Je n'ai point vu mettre cette pratique en usage dans le *Glamorgau*.

Formation d'escories.

La porte ou les portes de la chauffe, et le registre de la cheminée, servent à l'ouvrier de régulateurs pour augmenter ou diminuer la force de la chaleur ou l'effet de la flamme. Quelquefois il referme toutes les ouvertures du fourneau pour donner encore des coups de feu plus violens, mais qui ne sont jamais qu'instan- tanés, et il continue presque sans aucune interruption à brasser avec force, pour renouveler

Formation  
des loupes.

toujours les points de contact de la flamme avec les molécules de la substance métallique qui devient de plus en plus pâteuse. Les grains s'agglutinent ensemble et forment des morceaux que l'ouvrier réunit avec ses outils, et qu'il achève de coller l'un à l'autre, soit en les pressant avec son ringard, soit en les frappant avec une masse de fer assez pesante. Il forme de cette manière un nombre de petites loupes qui varie de trois à sept, suivant les usages auxquels elles sont destinées, mais qui est ordinairement de cinq. Il les range autour de l'âtre, et fermant la porte du fourneau et ouvrant celle de la chauffe, il les laisse encore exposées à l'action du courant de flamme, jusqu'au moment où il doit les sortir pour les forger.

Durée de  
l'opération.

La durée de cette opération, depuis l'instant où l'on a chargé le fourneau, jusqu'à celui où on le referme après avoir formé les loupes, est dans le *Glamorgau* d'environ sept quarts d'heure. Dans le *Staffordshire*, on met une plus grande activité dans le brassage, aussi le travail est-il ordinairement terminé en une heure et demie, mais les loupes, au sortir du fourneau, sont plus molles, et paraissent moins bien agglutinées qu'elles ne semblent l'être dans les forges du *Glamorgau*.

Théorie de  
l'affinage.

Avant de suivre les loupes au sortir des *puddling furnaces*, revenons un moment sur la théorie de l'affinage que l'on opère dans ces fourneaux.

On est accoutumé à regarder les opérations qui s'exécutent dans les fourneaux à réverbère, comme ayant souvent pour but et pour effet principal l'oxydation des substances métalliques qui

y sont soumises. Les personnes qui jusqu'ici ont voulu donner en France une idée de l'affinage de la fonte dans ces fourneaux, d'après les procédés usités en Angleterre, ne pouvant avoir que des notions incomplètes sur l'ensemble et les détails du travail métallurgique exécuté dans ce pays pour le traitement du fer, ont été conduites par analogie, à vouloir appliquer cette opération par l'effet oxydant de la flamme sur les fontes très-carbonées obtenues au moyen du *coaks*, qui en détruisant le principe charbonneux, regardé comme la partie essentielle à enlever à ces fontes, rendait au fer sa malléabilité. J'avoue qu'il m'est impossible de ne pas être sur la théorie de cette opération, d'une opinion presque entièrement opposée, ainsi qu'on l'a déjà pu remarquer plusieurs fois dans le cours de ce Mémoire. Ma manière de voir à cet égard me paraît fondée sur des raisons prises dans l'ensemble des opérations précédentes et des effets produits par chacune d'elles, ainsi que dans la manière même dont s'opère celle de l'affinage.

On a vu les fontes très-carbonées produites par les hauts fourneaux, être regardées comme non susceptibles d'être affinées dans les *puddling furnaces*, sans avoir été auparavant fondues une seconde fois, et exposées liquides à l'action du vent des soufflets, qui ne peut avoir d'autre effet sur elles que de brûler une partie du carbone qu'elles contiennent, et d'oxyder le métal. On a vu aussi le produit de cette opération présenter l'apparence d'une fonte fort peu carbonée, et au contraire très-oxygénée. On voit maintenant cette même fonte exposée pendant

quelque tems à l'action de la flamme des fourneaux à réverbère, prendre tous les caractères du fer à l'état malléable. Il devient donc d'abord évident qu'un pareil changement n'a pu avoir lieu que par la désoxydation de la fonte, et que cet effet a dû être le principal but de l'opération, comme il en est le principal résultat. Mais je dis en outre qu'on peut trouver la raison de ce résultat dans l'opération elle-même.

En effet, la combustion de la houille sur la grille d'un fourneau à réverbère, n'est pas tellement complète, qu'il ne s'échappe toujours avec la flamme beaucoup de principes combustibles non brûlés, tels que du gaz hydrogène carboné, du bitume, des huiles, etc. etc. La rapidité même du courant d'air nécessaire pour entretenir un feu actif, occasionne la perte d'une grande quantité de ces substances, qui dégagées de la houille par l'action de la chaleur, sont, à cause de leur légèreté, emportées aussitôt par lui avant d'avoir pu s'emparer de l'oxygène qui aurait opéré leur combustion. Si on diminue la force de ce courant, et par suite la vivacité du feu, il en résulte encore une plus grande perte de principes volatils, parce que la quantité d'oxygène qui alimente le feu, ne peut plus suffire à en brûler qu'une moindre quantité; aussi voit-on que la fumée devient dans ce cas encore plus noire et plus épaisse qu'elle ne l'est quand la combustion est plus rapide. L'effet de ces substances, extrêmement avides d'oxygène, à la haute température à laquelle elles sont élevées, sur des molécules de fonte très-chargées de ce principe, et que le brassage met continuellement en contact avec elles, doit

nécessairement être de s'emparer de cet oxygène, et de réduire successivement la fonte à l'état métallique. Une diminution dans la rapidité du courant d'air, doit, d'après ce qui vient d'être dit, produire à cet égard un résultat encore plus considérable; aussi voit-on dans la suite de l'opération que l'ouvrier ne donne guère de forts coups de feu que pour opérer la fusion du métal, et que pendant la plus grande partie du tems que dure le brassage, il a soin d'exciter un feu moins vif, et par conséquent une vaporisation plus grande de principes combustibles non brûlés. On sent facilement que ces changemens, dans la rapidité de la combustion, doivent cependant être renfermés dans des limites très-rapprochées l'une de l'autre, et que la diminution poussée trop loin, deviendrait bientôt nuisible au succès de l'affinage, soit en produisant le refroidissement du fourneau, soit en viciant la qualité du fer par le contact de trop de parties sulfureuses et bitumineuses.

On a vu que le carbone contenu dans le *fine metal*, devait être en petite quantité. Sa combustion a lieu probablement en grande partie à l'aide de l'oxygène renfermé dans la fonte, et produit sans doute l'espèce de bouillonnement qu'on remarque dans les commencemens de l'opération. Mais on doit croire que le courant de flamme contribue lui-même à la combustion de ce carbone. Car il est impossible que ce courant ne soit pas aussi chargé d'une certaine quantité d'oxygène, qui doit même tendre à oxyder encore davantage le bain de métal en fusion, mais qui n'a de véritable effet que sur

les parties charbonneuses, qu'il réduit en gaz aussitôt après les avoir brûlées; au lieu que les molécules métalliques auxquelles il peut s'être combiné, sont aussitôt raréfiées par les principes combustibles de la flamme dont l'action est prédominante.

Lorsque le *fine metal* contient une plus grande proportion de carbone, comme cela doit avoir lieu dans le *Staffordshire*, où il provient de fontes plus carbonées, on peut, en jetant de l'eau sur le bain du métal, ainsi qu'on le pratique dans ce pays, accélérer la combustion du carbone, et par suite l'affinage de la fonte. L'action oxydante de cette eau sur le fer, est détruite à l'instant même, comme celle de l'oxygène de la flamme.

Il me semble donc que l'effet principal des fourneaux à réverbère employés à l'affinage de la fonte, est la désoxydation du métal; et je crois que l'opération, telle que je l'ai décrite, exécutée sur des fontes grises ou charbonneuses, produirait un fer acieré ou même de véritable acier. J'ai communiqué cette dernière idée à un directeur de forge Anglais intelligent et instruit, qui adoptait entièrement mon opinion à cet égard.

**Ebauchage des loupes.** La méthode de travailler et d'ébaucher les loupes formées dans les *puddling furnaces*, varie beaucoup, même dans les différentes usines d'une même contrée. Je parlerai d'abord de celle qui est le plus généralement suivie, et qui consiste à les porter immédiatement sous le marteau.

**Marteaux.** Les marteaux employés dans toute l'Angleterre sont excessivement pesans. Le manche est en

en fonte, coulé en une seule pièce, avec la tête qui a 15 à 18 pouces en carré de base, et pèse environ 1200 livres. A la partie antérieure de la panne, sont deux entailles carrées qui aident à donner aux massets la forme que l'on veut leur faire prendre. En avant de la tête est une espèce de mentonnet, au moyen duquel le marteau est soulevé par les canes d'un arbre tournant qui est mis en mouvement par le balancier d'une machine à vapeur.

L'ouvrier tire avec son râble une des loupes du fourneau, et la fait tomber sur le sol de l'atelier. Il la traîne aussitôt jusqu'au marteau, la pose sur l'enclume et la livre au marteleur. Au même instant, un enfant apporte à celui-ci une barre de fer carrée de 8 à 9 lignes d'épaisseur, dont un des bouts chauffé sur la grille du fourneau pendant l'affinage, est devenu d'un rouge blanc. Le marteleur pose cette extrémité de la barre sur la loupe, et le premier coup de marteau lui fait faire corps avec elle. Il s'en sert alors en la tenant par la partie froide pour retourner la loupe dans tous les sens, et l'exposer dans toutes ses parties au choc de la masse qui la frappe. Après l'avoir allongée, il la retourne verticalement, et c'est dans cette position qu'elle reçoit les derniers coups qui achèvent de souder ses deux extrémités. Cette loupe étant à peine solide, par l'extrême degré de chaleur auquel elle est élevée, les scories qu'elle contient en sont exprimées avec beaucoup de facilité, et au bout d'une minute et demie elle a acquis une forme cylindrique de 18 à 20 pouces de long sur trois ou quatre de diamètre. Elle porte dans

Volume 17.

Cinglage.

cet état le nom de *lump*. Une loupe succède à l'autre sans interruption ; ainsi , le produit d'un fourneau , qui est le plus ordinairement de cinq loupes , est ébauché en un demi-quart-d'heure. A la fin de chaque cinglage , on plie dans tous les sens la barre de fer qui a servi à manœuvrer la loupe , jusqu'à ce qu'on parvienne à la casser , de sorte qu'il en reste toujours un morceau qui fait partie du *lump* obtenu.

Chacun de ces *lumps* est ordinairement destiné à donner dans l'opération suivante une seule barre de fer , mais quand on doit obtenir plusieurs barres avec un seul masset , on le porte en sortant du marteau et encore rouge , dans des cisailles qui le coupent en deux ou trois parties , suivant les dimensions des fers que l'on doit fabriquer avec lui.

Disposition  
du travail.

Un marteau peut suffire pour douze *puddling furnaces* , dont les produits se succèdent immédiatement l'un à l'autre dans les mains du marteleur , et dont le travail est disposé de telle manière , que l'ouvrier du second fourneau termine la formation de ses loupes un instant avant que celui du premier ait fini de faire cingler les siennes , et ainsi successivement pour les autres , de sorte que le travail de chacun d'eux , est en arrière d'environ un demi-quart-d'heure sur celui du fourneau qui le précède , et d'autant en avance sur celui du fourneau qui le suit. Ainsi , l'on peut voir dans un même atelier et dans le même instant , l'opération à tous ses périodes.

Chaque *puddling furnace* fournit ordinairement cinq loupes , et l'ébauchage de 60 pièces

produites par les 12 fourneaux , est terminé avant que l'affinage qui a été recommencé dans chacun d'eux , aussitôt après la confection de ses *lumps* , soit achevé dans le premier. On profite de cet intervalle de tems pour faire reposer le marteau , en arrêtant la machine à vapeur qui le met en mouvement , et on l'arrose pour le refroidir.

Les marteleurs ont ordinairement un cuir attaché à leur chapeau , au milieu duquel est un verre circulaire , et qu'ils laissent tomber devant leur visage pendant qu'ils travaillent , afin d'éviter d'être brûlés par les scories qui jaillissent avec assez de force.

Le produit d'un *puddling furnace* est de 250 livres en *lumps* ; ainsi le fer éprouve un sixième de déchet dans l'opération de l'affinage. On y consomme environ  $\frac{1}{2}$  de livre de houille pour chaque livre de fer obtenu , ou  $\frac{1}{7}$  de livre de houille pour chaque livre de *fine metal* employé.

Déchet.

Dans un grand nombre d'usines , au lieu de porter les loupes sous le marteau au sortir des *puddling furnaces* , on les passe entre des cylindres cannelés , semblables à ceux dont la coupe est représentée dans la *fig. 1, pl. VI (1)* , et que j'appelle *cylindres ébaucheurs*.

Ebauchage  
entre des  
cylindres  
cannelés.

Ces cylindres sont mûs par une machine à

(1) Je répète ici que je n'ai pris sur place aucun dessin ni mesure , aucune dimension. Ainsi je ne prétends point donner de figures exactes , mais seulement des espèces de croquis , destinés à faire connaître à-peu-près ce que sont les cylindres anglais , et à faciliter l'intelligence de l'exposé des opérations.

vapeur, à l'extrémité du balancier de laquelle est adaptée une tige verticale avec une manivelle qui fait tourner un arbre horizontal. Sur cet arbre est une grande roue dentée qui engrène avec une roue plus petite située sur un second arbre parallèle au premier, et sur l'axe duquel un des cylindres est placé. Ce cylindre, en tournant sur lui-même, fait tourner le second en sens contraire, au moyen d'un engrenage. Un grand volant de fonte, situé sur l'arbre du premier cylindre, contribue à entretenir l'uniformité du mouvement.

On passe la loupe successivement dans les cannelures *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, qui en la comprimant de plus en plus, font jaillir les scories qu'elle renferme, et lui donnent une forme cylindrique et allongée, assez semblable à celle des *lumps* obtenus sous le marteau. On opère ensuite sur ces *lumps* de l'une des trois manières suivantes.

1°. Quelquefois on leur fait subir sur-le-champ, et sans les réchauffer, l'opération de de l'étirage que je décrirai plus bas; mais il faut pour que cela puisse avoir lieu, que les *lumps* aient conservé un grand degré de chaleur, et que l'affinage ayant été poussé fort loin dans le fourneau, les molécules de fer aient entre elles une adhérence qu'elles n'y acquièrent pas ordinairement. Aussi n'arrive-t-il que rarement que l'on puisse employer cette méthode et épargner une chauffe. Encore, le fer obtenu de cette manière, n'a-t-il jamais beaucoup de nerf, et n'est-il pas aussi bien soudé que celui qui a éprouvé une chauffe de plus.

2°. Le plus ordinairement, on met les *lumps* de côté pour être traités postérieurement comme ceux obtenus sous le marteau.

3°. Quand on veut soigner davantage la qualité du fer, on passe les *lumps* au sortir de la cannelure *a'''*, entre des cylindres unis qui les aplatissent, et en font des espèces de barres fort larges et fort épaisses, remplies d'un grand nombre de gerçures, et présentant tous les caractères d'un fer très imparfait. Ces barres sont refroidies et cassées en morceaux de 18 pouces de long environ. On met ensuite quatre de ces morceaux l'un sur l'autre pour leur faire subir la quatrième opération. On donne aux paquets faits de cette manière le nom de *blums*.

Dans d'autres forges, on passe les loupes immédiatement au sortir des fourneaux entre des cylindres unis, où elles s'étendent en espèces de plaques épaisses et uniformes, puis et de suite, entre d'autres cylindres, sur le pourtour desquels sont seulement quelques saillans tranchans qui coupent la surface de ces plaques, et y font des entailles au moyen desquelles on parvient, quand elles sont refroidies, à les briser facilement et uniformément. Les morceaux obtenus sont ainsi presque tous semblables entre eux. On en place plusieurs les uns sur les autres, et on fait subir à ces *blums* une nouvelle chauffe dans des fourneaux à réverbère semblables à ceux qui servent à l'affinage. Quand elles sont d'un rouge blanc, on les porte sous le marteau, où l'on en fait des *lumps* semblables à ceux obtenus ailleurs d'une première opération, et que l'on met de côté pour être

Ebauchage  
entre des  
cylindres  
unis.

traités postérieurement comme ceux-ci. Cette méthode fait subir au fer une chauffe de plus. Elle occasionne par cette raison un déchet plus considérable, et nécessite l'emploi d'une plus grande proportion de combustible. Mais le fer qu'elle fait obtenir est aussi mieux soudé, plus pur et plus nerveux.

Ebauchage  
entre des  
cylindres  
de quatre  
pieds de  
diamètre.

Dans l'usine de *Bradley* en *Staffordshire*, on passe les loupes au sortir des *puddling furnaces*, entre des cylindres cannelés qui ont environ quatre pieds de diamètre. Ces cylindres sont, ainsi que les autres, mis en mouvement par une machine à vapeur; mais la tige verticale adaptée au balancier de cette machine, au lieu d'être perpendiculairement au-dessus de l'axe qu'elle fait tourner, est située à environ cinq pieds de distance horizontale de cet axe, de sorte que la manivelle ne fait qu'à-peu-près un tiers de tour pendant la levée totale du balancier, et lorsqu'il descend, retourne dans un sens opposé. Il en résulte que les cylindres, au lieu de tourner autour de leur axe, n'ont qu'un mouvement de va et vient, et pour ainsi dire oscillatoire. Cette méthode présente cet avantage qu'un seul homme suffit pour travailler une loupe, qu'il place dans une des cannelures des cylindres, et qui revient à lui d'elle-même lorsque le mouvement change de direction; au lieu qu'il faut deux ouvriers pour ébaucher une loupe avec les cylindres ordinaires. Cependant on la regarde généralement comme offrant plus d'inconvéniens que d'utilité, par l'embarras qu'occasionne une aussi énorme machine. Ces cylindres pèsent, dit-on, chacun 10 tonnes ou 20

milliers. Ils ne sont pas surmontés de vis de pression. Leur propre poids, et celui d'une caisse qui charge encore le cylindre supérieur, suffisent pour opérer sur le fer la compression nécessaire.

Ces cylindres ont des cannelures pareilles à celles de ceux de la *fig. 2*, mais ils en portent aussi de semblables à celles des cylindres de la *figure 3*, et seulement d'une proportion plus grande. On y ébauche du fer de deux manières, soit en formant seulement avec les cannelures de la première espèce des *lumps* que l'on porte de suite à la chauffe de la quatrième opération, soit en aplatissant ces *lumps* dans les cannelures de la seconde espèce, et les laissant refroidir. Quand ils sont froids on les casse en morceaux, et on en fait des blums semblables à ceux obtenus avec d'autres cylindres, et que l'on réserve comme eux pour l'opération qui me reste à décrire.

#### QUATRIÈME OPÉRATION.

##### *Etirage du fer en barres.*

Cette partie du travail s'exécute d'une manière uniforme dans toutes les forges que j'ai visitées, quels que soient les procédés dont on ait fait usage pour l'opération précédente.

On porte d'abord les *lumps* ou les *blums* dans un fourneau à réverbère nommé *blowing furnace*, dont les dimensions sont plus grandes que celles des *puddling furnaces*. On les chauffe jusqu'à ce qu'ils soient devenus d'un rouge

Fourneaux.

blanc ; alors le chauffeur saisissant un d'entre eux avec une pince, le porte jusqu'aux cylindres, et l'abandonne aux ouvriers chargés de l'étirage.

Cylindres

Ces cylindres, que je nomme *préparateurs* et *étireurs*, sont représentés en coupe, *fig. 2 et 3*. Ils sont travaillés avec beaucoup plus de soin que ceux destinés à ébaucher les loupes. Les cannelures de la première paire ou des cylindres *préparateurs*, sont semblables à celles des cylindres *ébaucheurs*, mais plus petites ; les dimensions des plus grandes d'entre elles étant proportionnées à celles des lumps que l'on doit y passer ; les cannelures de la seconde paire sont d'une figure différente, parce qu'elles sont destinées à faire prendre aux massets déjà fort allongés, la forme aplatie et rectangulaire d'une barre. Le cylindre inférieur est seul entaillé, et les parois latérales de *b*, *b'*, *b''*, etc. Chaque entaille sont perpendiculaires à la surface du fond *c*, *c'*, *c''*, etc. et à l'axe du cylindre. A chacune d'elles répond un collet *d* du cylindre supérieur qui s'adapte exactement dans son intérieur pour former la quatrième face de l'espèce de moule dans lequel la barre doit prendre la forme qu'on veut lui faire acquérir. Ces cannelures diminuent successivement de grandeur d'un bout à l'autre des cylindres, de même que celles des autres paires, et les dernières ont des dimensions proportionnées aux divers échantillons des fers que l'on veut fabriquer.

Etirage.

Deux ouvriers sont attachés à chaque paire de cylindre. L'un d'eux place les massets dans

les cannelures, l'autre les reçoit et les repasse au premier. Chaque masset passe ainsi ordinairement 3-4 fois en tout dans les différentes cannelures *o*, *o'*, *o''*, etc. des cylindres *préparateurs*, autant dans celles *b c*, *b' c'*, *b'' c''*, etc. des cylindres *étireurs*, et il a alors acquis les dimensions que l'on veut donner aux barres que l'on fabrique. Les scorées qui restent dans le fer en sont exprimées avec beaucoup de force, et chassées au loin pendant cette opération, surtout la première fois que le masset passe dans les cannelures des derniers cylindres, et perd la forme presque cylindrique qu'il avait conservée jusqu'alors pour prendre celle d'une barre.

Le déchet qui a lieu est peu considérable, parce que le fer était déjà presque entièrement purifié. La proportion de houille brûlée est aussi très-petite, puisque ce n'est que celle nécessaire pour rougir les *lumps* dans un fourneau qui est presque continuellement en feu. On pourrait, dans le plus grand nombre de cas, la diminuer encore et la rendre presque nulle, si l'on parvenait à combiner assez exactement la marche des fourneaux avec celle des *puddling furnaces*, pour que les *lumps*, sortant du marteau ou des cylindres ébaucheurs, fussent portés de suite et encore rotiges dans le *blowing furnace*, où ils n'auraient que fort peu d'instans à rester pour acquérir le degré de chaleur qui leur est nécessaire ; mais cette précision serait assez difficile à obtenir, à cause de la grande vitesse avec laquelle s'exécute l'étirage du fer, comparativement au tems que demande l'opération précédente.

Déchet.  
Consomma-  
tion.



Rapidité  
du travail.

Ce travail marche en effet avec une extrême rapidité. Des massets pesant 50 livres, et longs de 18 à 20 pouces, n'ont besoin de passer que sept fois dans les diverses cannelures des deux paires de cylindres, pour devenir des barres de 11 à 12 pieds de longueur. La totalité de cette opération s'exécute en 40 secondes environ; et comme aussitôt que la barre passe aux seconds cylindres, on apporte un nouveau *masset* entre les premiers, il y a toujours en une minute deux barres complètement achevées. En calculant, d'après ces données, la quantité de fer que peuvent fabriquer deux paires de cylindres semblables, qui ne se reposeraient que quatre heures par jour, et qui travailleraient 300 jours dans l'année, on trouvera pour produit annuel 18000 tonnes ou 36 millions pesant de fer, résultat prodigieux dont on n'approche dans aucune usine, mais dont plusieurs fabriquent environ la moitié.

Redressement des barres.

Si les barres sortant des cylindres sont parfaitement droites, on les marque de suite pendant qu'elles sont rouges, et quand elles sont refroidies, on coupe leurs deux bouts avec des cisailles; mais le plus souvent elles ont besoin d'être redressées. Pour cet effet, on les chauffe successivement par les deux bouts, dans un fourneau à deux chauffés, et quand elles sont d'un rouge cerise, on les bat un peu sous un marteau à panne plate et carrée, dont un des coups sert à leur donner la marque de l'établissement dans lequel elles ont été fariquées.

Je terminerai ce Mémoire par quelques observations sur l'ensemble des procédés que je viens de décrire, considérés relativement, 1°. à la quantité de combustibles employés dans les diverses opérations; 2°. aux déchets qu'elles occasionnent pour la conversion de la fonte en fer forgé; 3°. à la valeur des produits de la fabrication; 4°. à la qualité de ces produits.

J'ai déjà fait remarquer à l'article de la fonte des minerais, combien la proportion du *coaks* brûlé dans cette opération, était considérable et plus forte que celle de charbon de bois consommé ailleurs pour des résultats analogues. On a vu qu'elle était au moins de 3 livres de *coaks* (ce qui, d'après nos données, correspond à 5 livres de houille) pour une livre de *pig-iron* obtenu.

Le nombre d'opérations successives que l'on exécute pour faire passer ce *pig-iron* à l'état de fer doux, et pour produire un résultat que nous obtenons dans nos forges avec une seule de ces opérations, doit nécessairement encore occasionner l'emploi de beaucoup de combustibles; et si l'on veut calculer la quantité que l'on en consomme en tout pour fabriquer une livre de fer, on trouvera qu'il faut pour cet effet environ 10 livres de houille. Ce résultat effraiera peut-être d'abord les personnes qui seraient tentées de chercher à substituer dans nos usines ce genre de fabrication à celui qui jusqu'à présent a été généralement en usage; cependant il est probable que si l'on veut comparer le prix de la houille avec celui du charbon

Observations générales.

Sur la proportion de combustibles brûlés.

de bois, on trouvera encore de l'avantage dans tous les pays houillers à faire usage de la houille, en considérant seulement la dépense qu'occasionne l'achat des combustibles.

D'ailleurs, on doit croire qu'en s'attachant à étudier dans toutes ses parties cette suite d'opérations, qui sont encore presque neuves, même en Angleterre, et par conséquent susceptibles de beaucoup d'amélioration, on parviendra à les perfectionner, et principalement à épargner d'avantage la houille qu'on ne le fait dans un pays où sa valeur est presque nulle, eu égard à la profusion avec laquelle elle y est répandue, et à l'extrême facilité que présente son exploitation.

Sur les déchets subis par la fonte.

Enfin l'avantage deviendra encore bien plus sensible, si l'on considère avec la valeur des combustibles employés, les déchets que subit la fonte jusqu'à sa conversion en fer forgé dans les deux genres de procédés. On verra, en reprenant ce qui a été dit plus haut, que le déchet total est de très-peu plus du quart de la fonte obtenue du haut fourneau, tandis que dans nos seules forges d'affinerie, les fontes provenant de minerais de nature semblable à celui que j'ai vu employer en Angleterre, donnent ordinairement un déchet du tiers, et souvent de plus du tiers, pour être converties en fer forgé. Une différence aussi sensible, et qui devient encore plus frappante, si l'on considère que les fontes obtenues avec du *coaks*, contiennent en général plus de substances étrangère au fer, et principalement de parties charbonneuses, que celles qui résultent du traitement au char-

bon de bois, doit nécessairement provenir de la différence des procédés; et il est peut-être permis de comparer ce qui se passe dans ce travail avec ce qui a lieu dans beaucoup d'autres genres de fabrication, particulièrement dans les arts mécaniques, et de faire ici une application de ce principe: qu'en général, *diviser le travail, c'est l'abrégé, et multiplier les opérations, c'est perfectionner*; principe dont dans un grand nombre de circonstances, la théorie et la pratique démontrent également l'exactitude. En effet, et sans prétendre pousser trop loin cette comparaison, qui pourrait alors devenir défectueuse, si dans les arts mécaniques on perfectionne en multipliant les opérations, parce qu'alors un ouvrier ayant moins de choses à faire, parvient à faire mieux, plus uniformément et plus vite le travail dont il est uniquement chargé, on peut penser que dans les arts chimiques et métallurgiques, des changemens semblables amèneront de semblables résultats, parce que chaque opération ayant un but unique, on pourra beaucoup plus facilement faire concourir à ce but tous les agens que l'on emploie, de la manière la plus prompte, la plus économique et la meilleure, que dans le cas où l'on se propose de produire à la fois plusieurs effets, et où les agens nécessaires pour chacun d'eux ont des actions entièrement distinctes, et qui peuvent même quelquefois devenir contraires l'une à l'autre, entraver la marche de l'opération, et diminuer ou vicier les résultats.

Ainsi, dans l'affinage de la fonte, où l'on a

pour double but principal d'enlever au métal le carbone et l'oxygène qui lui sont unis, quand on veut exécuter ces deux effets en une seule opération, comme on le fait dans nos feux d'affinerie, il doit arriver nécessairement, 1°. qu'en mettant le métal en contact avec des charbons ardents, qui tendent à lui enlever l'oxygène, on facilite en même-tems l'union du carbone et du fer, qui ont à une haute température beaucoup d'affinité l'un pour l'autre, et on augmente ainsi la proportion d'un principe que l'on veut détruire. 2°. Qu'en exposant le métal à l'action du vent qui tend à brûler le carbone qu'il renferme, on favorise ainsi l'oxydation du métal lui-même : ainsi chacun des deux agens principaux a, indépendamment de l'effet pour lequel on l'emploie, une tendance et une action entièrement contraire à l'action de l'autre, et au but général de l'opération.

Il résulte de cette espèce de lutte, que le travail est beaucoup retardé, et enfin que l'action de l'oxygène l'emportant sur celle du carbone, le fer se trouve purifié de ce dernier principe, mais aussi qu'une quantité considérable de ce métal reste oxydé, s'unit aux substances terreuses, et forme avec elles des scories dont on ne tire aucun parti, et qui contiennent pourtant 40 à 50 pour 100 de parties métalliques.

La division du travail en deux opérations, dont chacune a un objet distinct, pare en partie à ces deux inconvéniens, et prévient drait entièrement leur existence, s'il était pos-

sible de parvenir à brûler tout le carbone dans la première, pour ne plus avoir qu'à désoxyder la fonte dans la seconde. Elle tend à ce but, et si elle n'a pas encore pu l'atteindre complètement, du moins apporte-t-elle toujours beaucoup d'améliorations dans les résultats ; car en même-tems qu'elle diminue la perte que l'on éprouve, on peut même dire qu'elle abrège le travail en l'allongeant, puisqu'elle met dans le cas de fabriquer dans un tems donné, une quantité de fer beaucoup plus grande qu'il ne serait possible de le faire, toutes choses égales d'ailleurs avec les méthodes d'affinage employées généralement. Je ne reviendrai point maintenant sur les détails qui ont été donnés à ce sujet dans le cours du Mémoire. Je n'ai voulu ici que considérer les procédés par rapport au perfectionnement que produit la division des opérations en diminuant les déchets occasionnés par l'ensemble du travail.

Sans revenir non plus sur les opérations décrites pour examiner ce que chacune d'elles doit coûter au propriétaire d'usines qui les met en pratique, je donnerai, je crois, une idée suffisante du plus ou moins de dépense que peut occasionner la fabrication du fer par le moyen de la houille, par la seule indication des prix auxquels sont vendus en Angleterre les produits de cette fabrication. Ces prix sont ceux qui avaient cours au commencement de l'année 1853, pour les produits des forges du *Glamorgau*.

Le *pig-iron* valait alors 5 livres sterlings la tonne, ou environ 60 francs le millier.

Sur la valeur des produits.

La valeur du *cast-iron* varie toujours beaucoup, selon qu'il a été fondu une seconde fois ou non, et d'après la grandeur et la difficulté du moulage des pièces coulées. Ses prix étaient alors depuis 9 jusqu'à 16 livres sterlings la tonne, ou de 108 à 192 francs le millier.

Le *fine metal* valait 7 livres sterlings la tonne, ou 84 francs le millier.

Le fer en barres rendu par un canal ou par des chemins ferrés au port de *Cardiff*, situé à plus de 20 milles des usines, valait 15 livres sterlings la tonne, ou 180 francs le millier. — Rendu à Londres par mer, 17 livres sterlings la tonne, ou 204 francs le millier.

Si l'on observe que ces prix sont tous de beaucoup inférieurs à ceux des produits de nos forges, si l'on fait entrer en considération, qu'en Angleterre toutes les choses nécessaires à la vie, sont en général de moitié en sus, et la main-d'œuvre de plus du double, plus chères qu'elles ne le sont en France, et si l'on remarque enfin que presque tous les maîtres de forge anglais ont fait de grandes fortunes depuis la découverte des nouveaux procédés, on aura sur l'avantage économique de ces procédés un ensemble de faits qui dispense de toute réflexion ultérieure à cet égard.

Sur la qualité des produits.

En considérant maintenant la qualité des produits, on verra que les fontes sont douces, et très-bonnes pour fabriquer des canons, des cylindres, des roues, et tous les ouvrages de

de moulerie ; mais on ne pourra se dissimuler que les fers forgés sont inférieurs aux bons fers du continent. On leur reproche d'être plus ou moins cassans à chaud, et quelquefois même à froid. Aussi emploie-t-on à l'état de fonte la plus grande partie des produits des hauts fourneaux, et en convertit-on en fer seulement une petite quantité, dont on ne fait usage que pour les ouvrages grossiers, ou pour fendre, ou pour faire des tôles, ou enfin pour exporter.

Le fer du *Shropshire* est en général mieux travaillé et meilleur que celui du *Glamorgau*, et cependant les essais qu'un propriétaire de forges a fait pour l'employer à la fabrication de l'acier n'ont pas réussi, et il a été obligé d'abandonner son entreprise. Le fer destiné à cet usage, ainsi qu'à tous ceux qui demandent une très-bonne qualité, se tire de Suède et de Russie. J'ai indiqué les principales raisons des défauts communs à tous les fers anglais, dans l'article du Mémoire qui a eu pour objet la préparation du coaks, et je les regarde comme provenant de la nature même de la houille. Il me paraît donc certain que dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons pas fabriquer entièrement avec ce combustible du fer de très-bonne qualité ; mais chacune des deux parties principales des travaux de la fabrication, peut s'exécuter séparément et produire de très-bons résultats. Ainsi, la fonte de nos hauts fourneaux peut être affinée à la houille avec grand avantage par les procédés anglais ; et l'introduction

de cette méthode pour cette seule opération, produirait un fer qui (vu l'extrême chaleur à laquelle il est élevé dans les fourneaux à réverbère) serait peut-être encore mieux affiné que celui que nous pouvons obtenir dans nos foyers de forge, souffrirait moins de déchet, et reviendrait à beaucoup meilleur marché; en même-tems qu'elle aurait pour résultat immédiat d'épargner à-peu-près le tiers du charbon de bois employé pour le traitement du fer (1). Ainsi, la fonte qu'on obtiendrait en alimentant des hauts fourneaux avec du *coaks* de bonne qualité, serait au moins aussi bonne pour couler des canons et tous les objets de moulerie que celle obtenue au charbon de bois. Des usines établies sous ce seul point de vue, pourraient, dans beaucoup de parties de la France, donner à leurs propriétaires un bénéfice considérable et assuré, et il pourrait même devenir avantageux de convertir en fer forgé une partie des fontes qu'elles fourniraient. Un grand nombre d'ateliers ont besoin de fers d'une qualité médiocre, et en

---

(1) Les propriétaires des belles usines de Dilling et Betting, situées dans le département de la Moselle, ont fait à cet égard depuis deux ans une suite d'expériences en grand qui leur ont donné pour résultat un fer d'excellente qualité. Ils ont seulement éprouvé dans les premières opérations un déchet considérable, suite inévitable des premières tentatives sur des procédés nouveaux. Leurs connaissances et leur activité ne laissent pas de doutes sur le succès d'une entreprise aussi importante, et pour laquelle il vient de leur être accordé un brevet d'importation.

emploie tous les jours, qui, quoique fabriqués au charbon de bois, est d'une qualité souvent inférieure à celle de celui qu'on pourrait obtenir avec de la houille. D'ailleurs, rien ne dit qu'il ne soit pas possible d'acquérir sur ce point de nouvelles idées qui nous mettent à même de faire mieux qu'on n'a fait jusqu'ici, soit en perfectionnant la carbonisation, soit, et plutôt encore, en trouvant les moyens de détruire ou neutraliser les principes nuisibles que contient la houille. Ce but est le premier de ceux auxquels devra s'attacher l'homme éclairé qui voudra consacrer ses travaux au perfectionnement d'une branche d'industrie aussi importante et aussi généralement utile.

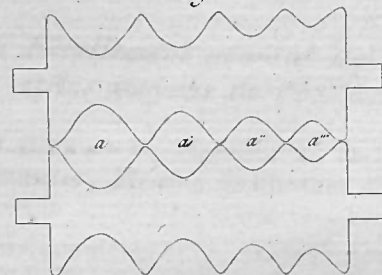
Mais avant d'en venir à ce point, il faut nous approprier ce qui est fait. Il faut enlever à nos rivaux, ou au moins partager avec eux l'avantage immense que leur présentent des procédés simples et peu dispendieux. Il faut donner une nouvelle vie à l'exploitation des nombreuses houillères que renferme le sol de la France, en offrant à leurs produits un nouveau débouché aussi assuré qu'étendu. Il faut enfin cesser d'épuiser nos forêts pour une fabrication dont nous pouvons facilement, au moyen de la houille, obtenir avec économie, et considérablement étendre les résultats. Il ne peut plus y avoir de doute à cet égard: les faits parlent, et parlent plus victorieusement que ne pourraient le faire les argumens fondés sur la plus saine théorie. Une nouvelle source de richesses s'offre au spéculateur habile et

entreprenant qui voudra s'en emparer. Une foule de découvertes intéressantes attendent l'homme instruit et laborieux qui se vouera à leur recherche. L'un et l'autre augmenteront leur fortune, acquerront une gloire à la fois facile et durable, et jouiront encore de la satisfaction d'être éminemment utiles à leur patrie.

TRAITEMENT DU FER A LA HOUILLE.

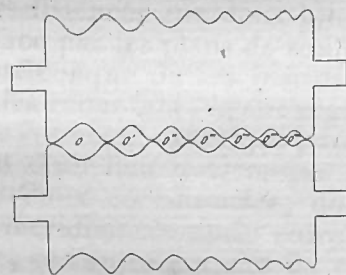
*Cylindres brucheurs.*

*Fig. 1<sup>re</sup>*



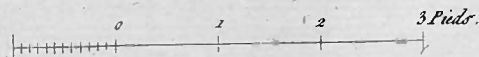
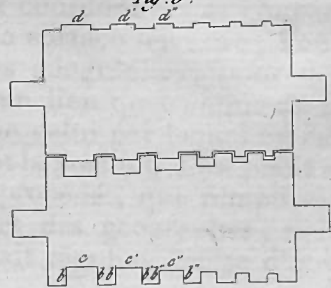
*Cylindres préparateurs.*

*Fig. 2.*



*Cylindres ciréus.*

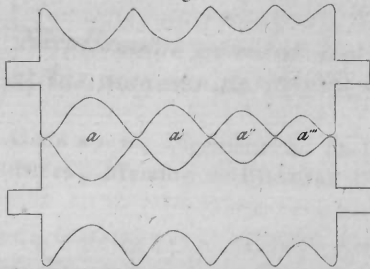
*Fig. 3.*



TRAITEMENT DU FER A LA HOUILLE .

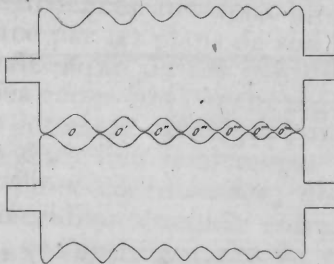
*Cylindres ébaucheurs.*

*Fig. 1<sup>re</sup>*



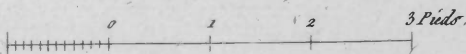
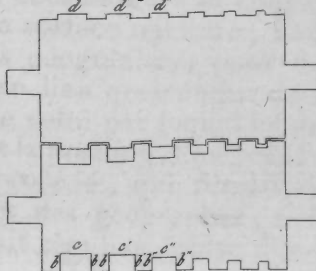
*Cylindres préparateurs.*

*Fig. 2.*



*Cylindres étirés.*

*Fig. 3.*



## M É M O I R E

*Sur le Nivellement général de la France,  
et les moyens de l'exécuter.*

Par P. S. G I R A R D, Ingénieur en chef des Ponts et  
Chaussées, Membre de l'Institut d'Egypte.

Si la surface de la terre était engendrée par la révolution d'une courbe autour de son axe, il suffirait, pour déterminer les positions respectives des divers points qui y sont placés, de mesurer leurs distances aux deux intersections de cette surface par les plans de son équateur, et de l'un quelconque de ses méridiens.

Ainsi, les géographes ayant regardé la terre comme parfaitement sphérique, ont déterminé la position d'un lieu quelconque par la rencontre de deux coordonnées, dont l'une est l'arc du méridien compris entre ce lieu et l'équateur, et l'autre un arc de cercle parallèle à l'équateur, compris entre le lieu dont il s'agit, et l'un des méridiens supposé fixe.

Ces deux coordonnées se coupant à angles droits sur la surface terrestre, l'on voit que le procédé des géographes, pour déterminer la position d'un lieu quelconque de la terre, est le même que celui par lequel on détermine ordinairement la position d'un point sur un plan.

Mais ce procédé, qui remplirait complètement l'objet des géographes, si le sphéroïde terrestre était régulier, cesse d'être rigoureux



lorsqu'on veut avoir égard aux irrégularités et aux protubérances dont la surface de ce sphéroïde est couverte.

La position d'un lieu quelconque dépend, en effet, dans cette hypothèse, d'une troisième coordonnée que l'on peut supposer perpendiculaire aux deux autres à leur point d'intersection.

Cette troisième coordonnée doit donc être prise sur la verticale du lieu dont on veut déterminer la position, et comptée depuis ce lieu jusqu'à sa rencontre, avec une surface de révolution engendrée autour de l'axe terrestre par une courbe connue.

Or, on sait que si notre globe était enveloppé d'une couche fluide, la surface de cette couche, en faisant abstraction de toute autre force que de la pesanteur terrestre, serait celle d'un solide de révolution, dont la surface moyenne des mers, dans leur état actuel, représente une partie : il paraît donc convenable de choisir pour la troisième coordonnée dont il s'agit, la portion de la verticale d'un lieu quelconque, comprise entre ce lieu et la surface moyenne des mers que l'on supposerait pénétrer le globe et s'étendre sous les continens.

Nous disons que ce choix paraît convenable, parce qu'en effet on pourrait déterminer la position d'un point de la surface terrestre en adoptant tout autre système de coordonnées, en rapportant, par exemple, la position de ce point à trois plans rectangulaires entre eux ; mais outre l'avantage d'une beaucoup plus grande simplicité dans l'expression des coor-

données circulaires, elles offrent encore celui d'être déjà généralement adoptées ; car les cartes géographiques dressées jusqu'à présent, peuvent être considérées comme la projection des continens et des îles sur la surface moyenne des mers, de sorte qu'il ne reste pour compléter la géographie, qu'à ajouter à la latitude et à la longitude de tous les points de la terre, la hauteur verticale dont ils sont élevés au-dessus de la surface moyenne de l'Océan.

L'objet de ce Mémoire est d'indiquer les moyens de déterminer cette hauteur verticale, en faisant particulièrement au territoire français l'application de ces moyens.

Il est évident d'abord que toutes les opérations nécessaires à cette détermination, se réduisent à une série de nivellemens faits dans des directions déterminées.

La nature elle-même a indiqué ces directions par les lignes de *plus grande pente* que tracent sur la surface terrestre les grands fleuves et leurs affluens.

Ainsi la France se trouvant divisée en cinq bassins principaux, par le *Rhin*, la *Seine*, la *Loire*, la *Gironde* et le *Rhône*, le nivellement du cours de ces fleuves, depuis leur source, ou depuis leur entrée en France jusqu'à leur embouchure, formera la première base du travail que nous proposons d'entreprendre.

Après avoir posé cette première base de l'opération générale, on procédera de la même manière au nivellement du lit des affluens par lesquels les grands fleuves sont entretenus, et ces affluens seront eux-mêmes considérés, abstrac-

tion faite des rivières du troisième ordre qui les alimentent.

On fera en même-tems le nivellement des fleuves secondaires qui se jettent dans les deux mers, tels que l'*Escaut*, la *Somme*, l'*Orne*, la *Vilaine*, la *Charente*, l'*Adour*, l'*Hérault*, etc.

Les pentes des bassins du second ordre étant connues, on déterminera successivement celles des rivières du troisième ordre, du quatrième, du cinquième, etc. suivant l'indication qui en sera donnée dans une instruction spéciale.

En classant ainsi les opérations relatives au nivellement général de la France, et en ordonnant leurs résultats à mesure qu'ils seront obtenus, on aura bientôt rassemblé les données nécessaires pour tracer le relief de son territoire sur une carte géographique déjà dressée.

On effectuera ce tracé en joignant par une même ligne tous les points qui auront été trouvés de niveau.

*Ces lignes de niveau* pourront être supposées élevées verticalement les unes au-dessus des autres, d'une quantité déterminée que l'on fixera d'après l'échelle de la carte sur laquelle elles seront tracées.

Il est évident que ces lignes représenteraient le contour des côtes de la mer, si l'on supposait que son niveau moyen vint à s'élever successivement aux mêmes hauteurs qu'elles indiqueraient.

C'est d'après cette idée que M. Dupain Triel a dressé une carte physique, citée par M. Lacroix, Membre de l'Institut national, dans son

*Introduction à la Géographie de Pinkerton* (1). Carte qui, faute des matériaux nécessaires à sa construction, ne présente que l'ébauche d'un travail, dont l'étendue exige une réunion de moyens, qui ne peut se trouver à la disposition d'un simple particulier.

Nous venons d'indiquer l'ordre à suivre dans son exécution; nous allons rechercher maintenant comment on pourra y parvenir.

On partagera d'abord le bassin de chacun des grands fleuves en un certain nombre de portions, et chaque portion sera nivelée par des observateurs qui opéreront simultanément.

Ces observateurs rattacheront leurs opérations sur des repères communs placés aux deux

---

(1) On trouve dans cet ouvrage de M. Lacroix, excellent juge en cette matière, l'exposé des principaux avantages que l'on obtiendrait par l'exécution du nivellement général qui fait l'objet de ce Mémoire. Voici comment il s'exprime à ce sujet :

« Si l'on traçait sur les cartes les lignes de niveau, outre  
 » l'avantage de donner prise aux méthodes de la *géométrie*  
 » *des plans et des surfaces*, (*géométrie descriptive*) pour  
 » résoudre sur la succession, et l'intersection des pentes et des  
 » plateaux, et sur la rencontre des bassins, des problèmes  
 » très-intéressans dans la construction des chemins et des  
 » canaux, elles offriraient le moyen de recueillir et de  
 » mettre à l'usage de tout le monde, une foule de nivelle-  
 » mens, et d'observations faites par les Ingénieurs mili-  
 » taires et civils sur la hauteur des montagnes, et dont les  
 » résultats vont s'ensevelir dans les cartons des Adminis-  
 » trations. Enfin, le parti qu'on en pourrait tirer, exciterait  
 » alors les voyageurs et les savans, résidans dans les grandes  
 » villes, à multiplier les observations barométriques qui  
 » donnent les hauteurs respectives des lieux où elles sont  
 » faites ». (*Introduction à la Géographie de Pinkerton*,  
 page 153.)

extrémités des portions du bassin dont ils seront respectivement chargés, et comme le nivellement des bassins secondaires devra se lier par la suite à celui du fleuve principal, il sera nécessaire de placer d'avance des repères à l'embouchure de chacun de ses affluens.

Le nivellement sera fait sur les rives du fleuve, sans avoir égard à la surface de l'eau. Si l'on jugeait utile de déterminer la pente de cette surface, il serait aisé de la rapporter, par quelques nivellemens simultanés, à des repères connus placés de distance en distance.

Lorsque les différens observateurs auront terminé leurs opérations respectives, les résultats en seront assemblés pour former le nivellement complet de l'un des bassins. On obtiendra de la même manière le nivellement de tous les autres.

Enfin on formera de ces nivellemens partiels un système général, en liant entre eux les différens bassins par des opérations dirigées de l'un dans l'autre, suivant les lignes qui présenteront le plus de facilités.

Il ne reste plus qu'à savoir à quels agens le Gouvernement confiera l'exécution du nivellement général de la France, pour remplir en même-tems les conditions de l'exactitude, de la célérité, et de l'économie dans l'opération.

Or, les ingénieurs des ponts et chaussées, déjà placés dans les différens Départemens où cette opération devra être exécutée, sont évidemment les seuls qui puissent en être chargés pour que ces trois conditions soient remplies.

En effet, la rédaction de tous les projets relatifs à l'établissement des communications par terre ou par eau, exigeant que l'on connaisse

préalablement le relief du terrain sur lequel les travaux doivent être entrepris, la théorie et la pratique du nivellement forment une partie essentielle de l'instruction donnée aux ingénieurs des ponts et chaussées, et l'on peut d'autant plus compter sur l'exactitude des résultats qu'ils fourniraient, que l'usage des instrumens propres à l'opération dont il s'agit leur est plus familier.

D'un autre côté, il n'est aucun de ces ingénieurs qui ne puisse consacrer quelques jours de l'été au nivellement d'une portion du fleuve ou de la rivière qui traverse son arrondissement, et comme il est facile d'exécuter quatre ou cinq kilomètres de nivellement par jour, sur-tout lorsque la ligne qui doit être nivelée est déterminée d'avance par la direction même d'un fleuve ou d'un courant d'eau, il est certain que les ingénieurs des ponts et chaussées pourraient rassembler en très-peu de tems les matériaux les plus détaillés d'une carte physique de la France (1).

Enfin ces matériaux seraient recueillis par eux avec la plus grande économie, puisque le Gouvernement n'aurait à supporter ni frais de déplacemens extraordinaires, ni achat d'instrumens, les ingénieurs se trouvant disséminés par la nature même de leurs fonctions actuelles, sur les différens points où ils devront opérer,

(1) Nous supposons ici que les Ingénieurs feront usage dans cette opération de *niveaux à lunettes*, au moyen desquels les stations successives pourront être distantes de 100 à 200 mètres. Si l'on était forcé d'employer de simples *niveaux d'eau*, l'opération dont il s'agit exigerait beaucoup plus de tems.

et munis d'avance des différens instrumens dont ils auront besoin.

On pourrait ajouter ici que le nivellement général de la France paraît d'autant plus rentrer dans les attributions des ingénieurs des ponts et chaussées, qu'ils doivent profiter les premiers des avantages de cette opération pour la rédaction de leurs projets.

Supposons donc que les ingénieurs des ponts et chaussées soient chargés de son exécution, et recherchons comment, après quelques années, on pourrait être suffisamment assuré de l'exactitude des résultats qu'ils auraient recueillis.

Prenons pour exemple le bassin de la Loire, dont le cours est très-étendu.

Les ingénieurs en chef des Départemens de la *Haute-Loire*, de la *Loire*, de *Saône-et-Loire*, de la *Nièvre*, du *Loiret*, du *Loir-et-Cher*, d'*Indre-et-Loire*, de *Mayenne-et-Loire* et de *Loire-Inférieure*, seront chargés de fournir, dans le courant d'une campagne, le nivellement de la partie du cours de la Loire qui traverse leurs Départemens respectifs.

Suivant la nouvelle organisation des ponts et chaussées, le service de ces neuf Départemens exigera le nombre de vingt-deux ingénieurs ordinaires dans l'arrondissement de chacun desquels se trouve une portion du travail à faire.

Le développement total de la Loire est d'environ 90 myriamètres, lesquels partagés entre vingt-deux observateurs, donnent pour chacun d'eux un peu plus de 40 kilomètres de nivellement à exécuter.

Ainsi l'on est fondé à croire, d'après l'expé-

rience, que les 22 ingénieurs employés sur le cours de ce fleuve, termineraient en moins d'une seule campagne le nivellement de son bassin. On peut affirmer la même chose des ingénieurs placés dans les Départemens traversés par le *Rhin*, la *Seine*, la *Gironde* et le *Rhône*. Il paraît donc hors de doute qu'à la fin de la première année, on aura déjà formé un premier cannevas de carte physique sur lequel les détails ultérieurs pourront être facilement rattachés.

Quelques soins qu'on apporte dans l'exécution d'un nivellement, sa vérification est toujours une opération utile. Celle du nivellement général de la France pourra être faite autant de fois et en telles circonstances qu'on le jugera nécessaire. Il suffira pour cela de charger les ingénieurs nouvellement placés, de répéter dans le Département où ils seront envoyés, les observations de leurs prédécesseurs, ce qui, outre l'avantage de confirmer ou de corriger les résultats déjà obtenus, fournira aux nouveaux ingénieurs une occasion de faire par eux-mêmes la reconnaissance du relief de leur arrondissement.

On peut au reste se convaincre de la facilité et de la promptitude avec lesquelles les ingénieurs des ponts et chaussées pourront exécuter ce travail, si l'on se rappelle qu'à l'époque où l'on ouvrit en France la majeure partie des grandes routes, et où l'on voulut établir un système général de communications intérieures, M. de Trudaine, secondé par M. Peronnet, fit lever le plan de toutes les routes principales, depuis leur origine jusqu'aux

frontières. On joignit au plan de la route, proprement dite, celui du territoire qui la borde à trois ou quatre cents toises de distance de chaque côté, travail qui exigeait évidemment beaucoup plus de tems qu'un simple nivellement sur une ligne déterminée, tel que celui que nous proposons, et cependant les ingénieurs ou élèves des ponts et chaussées, employés à lever ces plans itinéraires, en levaient cinq à six lieues de longueur chaque mois.

L'utilité généralement sentie de l'opération dont je viens de tracer l'esquisse, déterminera tôt ou tard quelque une des nations de l'Europe à l'entreprendre. La France, sur le territoire de laquelle on a exécuté, dans ces derniers tems, les plus belles opérations géodésiques qu'on ait jamais entreprises, et où l'on a pour la première fois établi sur une base invariable un système de mesure universelle, semble être appelée à donner encore, dans cette circonstance, le premier exemple d'un travail qui, en complétant la géographie physique, fournira de nouveaux faits à la géologie, et aux différentes parties de l'histoire naturelle qui en dépendent.

---



---

## NOTICE MINÉRALOGIQUE

*Sur la Pinite trouvée en France, par M. Cocq, Commissaire des poudres et salpêtres à Clermont-Ferrant, suivie de l'analyse de cette substance.*

Par J. J. DRAPPIER, Répétiteur de chimie à l'École Polytechnique.

---

DESCRIPTION PAR M. COCQ (1).

*Pinite* (Werner). *La Pinite* (Brochant).

---

### *Gisement et Localités.*

C'EST dans un porphyre gris, caverneux, à base de feld-spath, contenant des cristaux de quartz, et formant une portion de cette chaîne de montagnes primitives qui supportent les volcans du Département du Puy-de-Dôme, que j'ai trouvé les cristaux de pinite. Ils se séparent de la roche et laissent dans le porphyre une empreinte parfaitement lisse.

J'ai aussi trouvé auprès du village de Saint-

---

(1) Cette description est extraite de la Correspondance de M. Cocq avec le Conseil des Mines.

Avit, ainsi qu'aux environs de Pont-Gibaud, une substance qui me paraît être la pinite. Dans l'un et l'autre gisement elle était tellement indéterminée, qu'il me fut impossible de prononcer exactement sur sa nature. Mais en revenant de Menat, à 12 lieues nord de Clermont, je m'aperçus que les granites reprenaient le même aspect que ceux que j'avois observés du côté de Saint-Avit et de Pont-Gibaud. Quelquefois la couleur du feld-spath était purpurine, et souvent cette substance se faisant seule remarquer dans la pâte granitique, présentait un beau porphyre. De tems en tems le granite gris caverneux reparaissait avec l'apparence des cristaux que j'avois observés dans cette dernière roche auprès de Saint-Avit et Pont-Gibaud: enfin, après un grand nombre de recherches, je trouvai la pinite bien prononcée, et portant des caractères bien mieux déterminés que celle de Schneeberg.

#### *Caractères physiques.*

Sa couleur est d'un brun verdâtre ou noirâtre, sa forme est celle d'un prisme hexaèdre régulier, dont tous les bords latéraux sont tronqués, ce qui forme un prisme à douze pans. Quelquefois le prisme porte de plus une petite facette sur chacun des angles de la base, ce qui n'avait pas encore été, je crois, observé sur la pinite de Saxe.

La surface des cristaux est lisse et un peu brillante: à l'intérieur la pinite est matte, contenant rarement quelques parcelles de mica.

Sa

Sa cassure est inégale, à grain fin, passant à la cassure esquilleuse (1).

Elle est opaque, quelquefois translucide dans les petits fragmens.

Elle se laisse entamer par le couteau, et donne une poussière d'un gris clair; elle est tendre, ne happe point à la langue, quoiqu'un peu onctueuse au toucher.

D'ailleurs le volume de ses cristaux, leurs *facies*, leur gisement, réunis aux caractères que nous venons d'énoncer, établissent l'identité de cette substance avec la pinite de Saxe.

Les cristaux trouvés en Auvergne sont mieux conservés que ceux de Schneeberg; ils ne présentent aucune altération, et la pureté de leur forme détruit tous les doutes qu'on pouvait élever sur la nécessité de faire de cette substance une espèce nouvelle.

#### *Analyse, par M. Drappier.*

La pinite de France, séparée exactement de sa gangue, et réduite en poussière fine, se laisse décolorer et attaquer par l'acide muriatique. Cet acide dissout l'oxyde de fer, principe colorant, et une portion d'alumine; mais comme il laisse un résidu considérable, sur lequel il paraît ne plus avoir d'action, j'ai cru

(1) Certains échantillons présentent des indices de lames parallèles aux faces et à la base du prisme hexaèdre; ce qui indique le prisme hexaèdre pour forme primitive, et le prisme triangulaire équilatéral pour forme de la molécule intégrante. J. F. D.

devoir changer de mode d'analyse : j'ai pris 100 parties de la même substance, je les ai fait rougir pendant une demi-heure dans un creuset de platine, après le refroidissement, j'ai trouvé une perte de 7 pour 100. Les 93 parties restantes ont été chauffées dans le creuset pendant trois quarts-d'heure, avec trois fois leur poids de potasse caustique purifiée à l'alcool. La masse fondue, détachée du creuset au moyen de l'eau distillée, s'est dissoute entièrement dans l'acide muriatique. La dissolution évaporée, presque jusqu'à siccité, et étendue ensuite d'une nouvelle quantité d'eau, a laissé un dépôt blanc ayant tous les caractères de la silice. Ce dépôt lavé soigneusement, et fortement desséché, formait les 0,46 de la matière mise en expérience.

Le reste de la dissolution muriatique a été décomposé par la potasse caustique. Il s'est d'abord formé un précipité qui s'est redissous aussitôt dans un excès d'alcali, à l'exception de deux parties et demie d'oxyde de fer.

La dissolution alcaline saturée par un acide, a déposé 42 parties d'une terre ayant les propriétés de l'alumine. Tous ces précipités n'ont été pesés qu'après avoir été lavés exactement et chauffés au rouge dans le creuset de platine.

*ANALYSES comparées des Pinites de France et de Saxe.*

|                                   | Pinite de France. | Pinite de Saxe analysée, par M. Klaproth. |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|
| Silice. . . . .                   | 46,00 .           | 29,50                                     |
| Alumine. . . . .                  | 42,00 .           | 63,75                                     |
| Oxyde de fer. . . . .             | 2,50 .            | 6,75                                      |
| Perte par la calcination. . . . . | 7,00 .            |                                           |
| Perte. . . . .                    | 2,50 .            |                                           |
| Totaux. . . . .                   | 100,00 .          | 100,00                                    |

En comparant l'analyse que je viens de donner avec celle de M. Klaproth, il me semble qu'on peut conclure, en supposant qu'il n'y ait pas d'erreur dans les analyses, ou que la pinite de France n'est pas la même substance que celle de Saxe, ou bien que des minéraux, ayant beaucoup de caractères extérieurs communs, et sur-tout la même forme, peuvent varier, tant dans leurs propriétés chimiques, que dans les proportions de leurs principes constituans. — En effet, M. Klaproth dit que les acides n'ont pas d'action sur la pinite de Saxe, qu'il a éprouvé beaucoup de difficulté pour l'attaquer par la potasse, et même qu'il a été obligé, pour la désagréger, de la traiter deux fois par cet alcali. Le même

chimiste paraît ne pas avoir trouvé d'eau dans cette substance : cette différence, il est vrai, peut s'expliquer, si l'on considère que la pinite de Saxe contient plus d'alumine, qu'elle happe à la langue, tandis que celle de France n'a point cette propriété, probablement à cause de l'eau qu'elle contient.

---

N O T I C E

*Sur un Carbonate de Manganèse.*

Extrait des *Opuscules* de M. LAMPADIUS (1).

Traduit par J. F. DAUBUISSON.

J'AI reçu de M. Esmark un minéral venant de Kapnick, en Transilvanie, où il est désigné sous le nom de *minerai rouge de manganèse* (*roth-braunsteinerz*) : il a absolument tous les caractères que M. Karsten assigne, dans ses *Tableaux minéralogiques* (p. 78), au *Minerai rouge compacte de manganèse* (2). M. de

---

(1) *Sammlung practisch-chemischer Abhandlungen* (1800), etc. tom. 3, p. 238.

(2) Ce minerai est d'un rouge-rose pâle. — Sa cassure est matte, compacte (en partie égale, en partie écailleuse à petites écailles); sa dureté va jusqu'à lui faire donner quelques étincelles par le choc du briquet. L'échantillon envoyé à Lampadius venait d'un filon, dont la puissance n'excède pas un pied, et dont le minerai est du cuivre gris (*fahlherz* et *schwartz giltigers erz*) argentifère et même aurifère, et du zinc sulfuré; les gangues sont du manganèse rose, du spath brunissant (chaux carbonatée manganésifère) rose, de la chaux carbonatée et du quartz. Le manganèse est lui-même intimement mêlé avec de petits grains et veinules de quartz. (Peut-être est-ce ce quartz qui produit les étincelles).

M. Haüy, qui a également reçu de la même personne un échantillon de ce minéral, en fait mention, t. 4, p. 248 de son *Traité de Minéralogie*; il le désigne sous le nom de *manganèse oxydé rose silicifère amorphe*. M. Brochant décrit ce minéral d'après Wiedenmann et Emerling, t. 2. Il observe que Bergmann l'avait déjà désigné sous le nom de *magnesium aeratum, manganèse carbonaté*.



Ruprecht a déjà analysé un manganèse de Kapnick ; voici le résultat de son analyse :

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Oxyde de manganèse. . . . . | 35,13     |
| Silice. . . . .             | 55,06     |
| Fer. . . . .                | 7,04      |
| Alumine . . . . .           | 1,56      |
| Eau. . . . .                | 0,78      |
| <hr/>                       |           |
| Total. . . . .              | 99,59     |
| Perte. . . . .              | 0,41 (1). |

Je doute que le minéral analysé par M. Ruprecht soit le même que celui sur lequel j'ai opéré ; si cela était, il faudrait que l'échantillon de M. Ruprecht eût été dans le cas dont parle M. Karsten, c'est-à-dire, mêlé à du quartz.

La méthode que j'ai employée pour analyser le minéral est très-simple. Après l'avoir bien pulvérisé, je l'ai mis dans une petite cornue de verre ; je l'ai fait rougir et j'ai recueilli, dans l'appareil pneumato-chimique, le gaz acide qui se dégagoit : c'était de l'acide carbonique bien pur, car il a été absorbé en totalité par l'eau de chaux. Le résidu a été traité avec huit fois son poids d'acide nitro-muriatique ; il s'y

(1) M. Lampadius rappelle à cette occasion, qu'il a analysé un minéral de manganèse, venant de Sibérie, et qui diffère par sa composition, comme par son aspect, de celui dont nous parlons. Sur cent parties il a donné :

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Oxyde de manganèse. . . . . | 61 |
| Silice. . . . .             | 30 |
| Oxyde de fer. . . . .       | 5  |
| Alumine. . . . .            | 2  |
| Perte. . . . .              | 2  |
| <hr/>                       |    |

est dissous entièrement, à l'exception d'une petite quantité de silice. La dissolution a été neutralisée avec de la potasse, et le manganèse en a ensuite été précipité par du tartrite de potasse. Après la filtration, j'ai précipité le fer par du prussiate de potasse. Ces divers précipités ayant été séchés, rongés et pesés, j'ai trouvé que sur 100 parties du minéral de Kapnick, il y avait :

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Oxyde de manganèse. . . . . | 48    |
| Acide carbonique. . . . .   | 49,2  |
| Oxyde de fer. . . . .       | 8,1   |
| Silice. . . . .             | 0,9   |
| <hr/>                       |       |
| Total. . . . .              | 100,2 |

Cet excès vient vraisemblablement de ce que le manganèse a éprouvé un plus fort degré d'oxydation en se combinant avec l'acide employé dans l'analyse.

*N. B.* On ne peut pas déterminer le contenu en acide carbonique, en faisant griller le minéral dans un creuset, ou dans un têt à rôtir, parce qu'il y a une absorption de l'oxygène de l'air atmosphérique, qui fait que la perte en poids est moindre que la perte en acide carbonique.

Cette analyse indique bien décidément un carbonate de manganèse. On ne peut douter de la présence de l'acide carbonique, d'après ce que rapporte l'auteur.

Il eût été à désirer qu'il nous eût dit qu'il s'était assuré que le minéral ne contenait point du tout de chaux ; car les minéralogistes ont cru qu'il y avait un passage non interrompu

entre le *braunspath* (chaux carbonatée manganésifère) et le manganèse de Kapnick ; ces deux minéraux se trouvent dans le même filon, ils y sont avec de la chaux carbonatée pure. Or, on sait que le *braunspath* n'est que cette substance combinée avec du manganèse ; de plus, sa grande ressemblance avec le minéral de Kapnick, dont nous parlons, est si grande, qu'on les a souvent confondus, et qu'on les confond encore l'un avec l'autre ; ainsi, il était naturel de penser que ce minéral n'était lui-même qu'une chaux carbonatée très-chargée de manganèse. Quelques indices de formes cristallines, que des auteurs ont remarqués dans le manganèse rose (*Minéralogie de Brochant*), paraissent devoir confirmer cette opinion ; cependant, ni Lampadius, ni Ruprecht, ne font aucune mention de la chaux, dans leurs analyses (1).

(1) M. le Lièvre ayant soumis à quelques essais chimiques le minéral de manganèse rose compacte, qui accompagne l'espèce de tellure, connue sous le nom d'*or de Nagyag*, n'y a pas trouvé un atome de chaux.

Ce manganèse rose de Nagyag est accompagné de manganèse sulfuré, nouvellement reconnu comme tel par Klaproth. Ce sulfure est disséminé en petites parties dans le manganèse rose. Sa couleur est d'un gris de plomb foncé avec une légère teinte verdâtre (comme dans l'étain sulfuré) : il prend promptement une couleur superficielle d'un noirâtre obscur (comme l'argent sulfuré) : la poussière qu'on obtient, en le raclant, est verdâtre. Sa cassure est inégale, et montre très-distinctement des indices de lames dans plusieurs directions. Il se coupe facilement au couteau ; mais la partie qu'on détache s'égrenne (à-peu-près comme dans le cuivre sulfuré ordinaire), et la surface d'où l'on vient de le détacher est lisse et luisante. Je n'ai pas encore été à même de déterminer les autres caractères.

---

## TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

### D'ASTRONOMIE-PHYSIQUE.

PAR J. B. BIOT,

*Membre de l'Institut, etc. Ouvrage destiné à l'enseignement dans les Lycées et autres Ecoles nationales.*

LE but d'un Traité d'astronomie à l'usage des Lycées, c'est-à-dire, destiné à l'instruction de la généralité des citoyens, ne pouvait être de faire des astronomes, ni même d'ouvrir la carrière à ceux qui se proposent de le devenir : un pareil ouvrage devait présenter, d'une manière simple et facile à saisir, les résultats des travaux des astronomes : ces résultats devaient y être disposés, et liés les uns aux autres, de manière que l'élève, en partant des faits les plus à sa portée et les plus frappans, s'élevât graduellement jusqu'à la connaissance des grands phénomènes, et finalement jusqu'au résultat général qu'on en a tiré. Cette tâche nous paraît avoir été très-bien remplie dans le Traité que nous annonçons.

L'auteur a exposé tous les principaux résultats que les astronomes et les mathématis-

ciens ont tirés de leurs observations et de leurs calculs ; et il l'a fait d'une manière à pouvoir toujours être parfaitement compris par les jeunes élèves , à l'instruction desquels son livre est destiné. La marche qu'il a suivie est la plus naturelle ; il ne suppose rien : il place sur le globe terrestre un élève dénué de toute connaissance préliminaire : il lui fait d'abord observer ce globe , ensuite les corps célestes qui le frappent le plus , le soleil et la lune , et successivement les autres. En le conduisant pas à pas , d'observation en observation et de raisonnement en raisonnement , il le mène jusqu'à trouver , comme de lui-même , les lois auxquelles le système planétaire est soumis , et enfin le principe de la pesanteur universelle , qui semble tout régir , et qui peut être regardé comme la cause de tout. On pourra faire quelques objections à cette marche de l'auteur : mais il n'en est pas moins vrai que c'est celle qui montre le mieux la marche de l'esprit humain dans les sciences ; que c'est celle que l'élève eût suivi , s'il eut lui-même découvert , à force d'observations et de raisonnemens , tous les phénomènes du système du monde ; que c'est la plus propre à porter dans l'esprit une conviction intime.

Quant à la manière dont les différens objets sont traités , je me contenterai de dire , que l'auteur est un savant , un mathématicien distingué , qui , quittant ici l'appareil et le langage de sa science , pour parler le langage vulgaire et se mettre ainsi à la portée des

jeunes gens dépourvus des connaissances préliminaires , ne perd rien de l'exactitude de ses raisonnemens et de la rigueur de ses preuves. On ne lui voit point attacher une importance déplacée à de simples hypothèses , ou manières de voir les objets ; soit qu'il parle des faits astronomiques , soit qu'il traite de quelques points de physique qui ont rapport à son sujet , il met tout à sa vraie place ; ce qui est complètement démontré , est seul donné comme certain ; ce qui n'est fondé que sur des analogies ou des vraisemblances , est simplement donné comme probable , ou seulement comme possible.

Dans tout le cours de l'ouvrage , les raisonnemens sont bien suivis et bien liés les uns aux autres : le style est partout très-clair , et de distance en distance on voit l'élégance percer à travers la simplicité du fond. En un mot , on ne saurait mettre entre les mains des jeunes gens un meilleur modèle de la manière dont ils doivent raisonner et écrire sur des objets scientifiques.

*N. B.* Ce Traité d'astronomie-physique ne peut manquer d'intéresser tous ceux qui s'occupent de géologie ; ils y verront ce que l'on sait aujourd'hui de plus positif sur la forme du globe terrestre , sur ses mouvemens , et sur ses rapports avec les autres corps du vaste univers. Ceux qui désireraient repasser , dans leur esprit , ce qu'ils ont autrefois appris à ce sujet , ne peuvent faire une lecture plus instructive et plus agréable que celle de l'ouvrage de M. Biot ; ils y trouveront , en outre , quelques objets qui les intéresseront directement , tels sont les

chapitres sur la température de la terre, sur les aérotiles, etc. la note sur la mesure des hauteurs par le baromètre. Aussi croyons-nous devoir annoncer ici ce Traité, quelque étranger que son contenu paraisse d'abord aux objets auxquels ce Journal est destiné. J. F. D.

---



---

## A N N O N C E S

*CONCERNANT les Mines, les Sciences et les Arts.*

---

I. *Notæ sur un procédé employé avec succès pour purifier le fer cassant à froid ; par A. B.*

J'AI fait connaître, il y a déjà plusieurs années, la description d'un procédé que j'ai vu employer dans les forges de l'*entre Sambre-et-Meuse*, pour purifier le fer cassant à froid, lui enlever le phosphore qu'il contient, et le rendre ductile. Ce procédé consiste à jeter sur le foyer et sur la loupe de la castine en poudre.

Rinnman fils, a employé en Suède, dans le même but, un mélange de parties égales de chaux et de scories, et il a obtenu un fer doux et nerveux. Dans un autre essai, il a ajouté de la potasse à la chaux et a eu le même succès.

Le procédé dont je vais rendre compte, paraît avoir été calqué en partie sur ceux que je viens de rappeler : il est en usage depuis quelques années dans une forge des Départemens de l'Est. On ne consomme dans cette usine que les pièces de fonte brisées et les autres déchets provenant d'un haut fourneau, où on ne coule qu'en sablerie. Le fer qu'on en obtient par les méthodes ordinaires, est cassant à froid, mais on est parvenu à corriger ce défaut en opérant de la manière suivante.

1°. On fait un premier mélange de castine et de potasse réduites en poudre : on jette, pendant le travail de la loupe, quelques petites poignées de ce mélange sur le charbon qu'on a eu soin d'humecter auparavant.

2°. Au moment où l'on *avale*, c'est-à-dire, où l'on ramasse la loupe, on jette dessus quelques pincées d'un second mélange formé de castine, de potasse, de muriate de soude et d'alun.

On s'étonnera peut-être de voir entrer, dans une composition destinée à purifier le fer, une substance qui contient

de l'acide sulfurique (1). Mais M. Ch. Hersart, de qui je tiens ces détails, m'a assuré que le fer de cette forge qui, avant l'emploi de ce procédé, se vendait à un prix inférieur à celui de plusieurs forges voisines, était aujourd'hui de bonne qualité, et se vendait le même prix que les meilleurs fers du pays. On a observé que quand on employait les deux mélanges ci-dessus en trop grande quantité, le fer n'était pas aussi ductile.

II. Réponse à une question faite dans quelques feuilles, concernant un phénomène volcanique; par G. A. Deluc.

On a lu dans quelques feuilles publiques, qu'un vaisseau anglais mouillé dans le golfe de Naples, en levant son ancre trouva qu'il avait contracté une chaleur brûlante, et l'on demande aux *physiciens* l'explication de ce phénomène?

Il est l'effet naturel d'un état de choses qui existe aux environs d'un volcan en éruption, et c'est le cas actuel du Vésuve. Tous les volcans en activité sont près de la mer, et leurs foyers étendent des ramifications fort au loin sous son fond. Ce fond étant plus rapproché des foyers, participe à leur chaleur lorsqu'ils sont en fermentation et en incandescence, et c'était le cas du fond sur lequel reposait l'ancre du vaisseau anglais.

J'ai vu un exemple semblable en approchant de l'île de Vulcano où je débarquai il y a plusieurs années. Nous remarquâmes sur la mer quelques places qui fumaient, et en y portant la main nous les trouvâmes brûlantes; le fond devait être encore plus chaud. Nous avions un chien qui aimait beaucoup se jeter à l'eau lorsque nous approchions de terre; il poussa des cris aigus en traversant une de ces places fumantes. C'est là un fait à ajouter à ceux que j'ai cités, qui prouvent que le concours de l'eau marine est nécessaire pour produire les fermentations qui donnent naissance aux volcans et entretiennent leurs feux.

III. Notice sur la Cristallisation du Lapis lazuli (lazulite Haüy), découverte par MM. Clément et Désormes; par M. Lermina.

Le lapis lazuli a intéressé les naturalistes de tous les tems, mais cette pierre était restée pour eux un objet de doute sous

(1) On sait que le soufre rend le fer cassant à chaud.

le rapport, si essentiel, de la forme cristalline qui lui est propre.

M. Haüy, dans son *Traité de Minér logie*, vol. 3, pag. 149, dit: *Il serait plus facile de déterminer le vrai type de ce minéral, si on le trouvait sous des formes cristallines qui permettent à la minéralogie de concourir avec la chimie à cette détermination.*

Deux chimistes, M. Désormes, répétiteur à l'Ecole Polytechnique, et M. Clément son ami, ont répondu au vœu du minéralogiste; ils ont découvert un cristal de lazulite qu'ils m'ont fait voir sur sa gangue, et dont ils ont cru pouvoir rapporter la forme au dodécaèdre à plans rhombes.

Pour confirmer leur opinion à cet égard, je n'ai eu qu'à rapprocher ce cristal d'un grenat dodécaèdre du même volume; il m'a été facile d'y reconnaître une parfaite ressemblance, tant dans le nombre que dans la disposition des faces et dans les angles, soit des rhombes eux-mêmes, soit de leurs inclinaisons respectives.

Le cristal qui fait l'objet de cette notice, a environ 6 millimètres de côté, mesuré sur la grande diagonale des rhombes; il présente dans sa cassure les caractères connus du lapis, et la vue simple découvre dans son intérieur le mélange, indiqué par Haüy, de carbonate de chaux et de grains de sulfure de fer. Ce cristal et le morceau dont il a été détaché, ont été mis sous les yeux des élèves dans la leçon de chimie minérale du 8 floréal, par M. Guyton.

J'observe que me défiant de la réalité d'un lazulite véritablement cristallisé, je me suis fait la question, si la forme qui m'était présentée, ne pourrait pas être due à une empreinte ou à un moule fourni par une autre matière; mais l'examen le plus scrupuleux ne m'a rien fourni qui donnât quelque fondement à cette hypothèse, et probablement quelque autre hasard heureux confirmera cette première observation.

*Pesanteur spécifique.*

|                                                          |               |
|----------------------------------------------------------|---------------|
| Du cristal de lazulite qui fait l'objet de cette notice. | 2,333         |
| Du lazulite, suivant Haüy.                               | 2,767 à 2,945 |
| Du grenat rhomboïdal mentionné plus haut.                | 3,400         |
| Du grenat, suivant Haüy.                                 | 3,557 à 4,188 |

(Extrait de la Correspondance sur l'Ecole polytechnique.)

IV. *Note sur un dégagement instantané de gaz et d'eau, dans les mines du Hartz.*

Le 22 janvier 1804, il arriva un accident remarquable dans les mines d'Andreasberg, au Hartz. En faisant un trou de sonde pour parvenir à d'anciens travaux que l'on voulait reprendre, il sortit tout-à-coup une eau fétide accompagnée d'un gaz méphitique qui fit périr six ouvriers, et causa à d'autres divers accidens; plusieurs entre autres éprouvèrent de vives douleurs à la poitrine et au scrotum: ce ne fut qu'au bout de huit jours que l'on pût rentrer dans cette partie de la mine, et enlever les cadavres.

M. Hausmann de Clausthal ayant analysé cet air délétère, a trouvé que sur 100 parties, il en contenait 81,42 de gaz d'azote; 13,75 de gaz d'oxygène, et 8,83 de gaz acide carbonique.

Les exhalaisons dangereuses, par excès de gaz azote, ainsi que par excès de gaz hydrogène, sont rares dans les mines du Hartz, où les ouvriers sont plus ordinairement incommodés par le gaz acide carbonique.

L'eau qui accompagnait ce gaz, avait une forte odeur d'hydrosulfure; elle contenait de la chaux, de l'acide carbonique et du sulfure de chaux. Il paraît que ce sulfure a agi en privant l'air atmosphérique de ces mines, d'une portion de son oxygène. (*Extrait du Bull. des Sc.*)

V. *Minéralogie Synoptique, ou Tableaux des Substances minérales spécifiées, caractérisées et décrites au moyen de signes conventionnels; par L. E. F. Héricart de Thury, et L. C. Houry, Ingénieurs des mines de France, A Paris, chez ALLAIS, Libraire, quai des Augustins, n<sup>o</sup>. 44.*

---



---

# JOURNAL DES MINES.

---



---

N<sup>o</sup>. 101. PLUVIOSE AN 13.

---



---

## DU GISEMENT

### ET DE L'EXPLOITATION

*D'une couche de Galène, près de Tarnowitz, en Silésie.*

Par M. DAUBUISSON.

J'AI eu occasion de citer les mines de Tarnowitz, dans le N<sup>o</sup>. 79 de ce Journal, en parlant des machines à vapeurs que l'on emploie à l'extraction de leurs eaux; je vais faire connaître, dans ce Mémoire, le gisement remarquable de la couche sur laquelle sont ces mines, et j'exposerai ensuite succinctement le mode que l'on suit dans leur exploitation. Elles livrent annuellement environ 15000 quintaux de plomb, et 2000 marcs d'argent.

#### I. *Gisement de la couche.*

La petite ville de Tarnowitz est au fond de la Silésie, à trente lieues au Sud-Est de Breslau, à quatre lieues des frontières de l'ancienne Pologne, et à huit ou neuf au Nord du pied des monts Krapacks, ou d'un de leurs

Position:

Volume 17.

Y

appendices. Elle est située vers l'extrémité de cette immense plaine, qui comprend la presque totalité de la Silésie, s'étend par le Brandebourg jusqu'à la mer Baltique, et fait partie de la grande *région basse* qui traverse d'Europe de l'Ouest à l'Est. Un peu au Nord de la ville, le terrain commence à s'élever, insensiblement il est vrai; et encore à une distance de quelques lieues, il n'est que légèrement ondulé, notamment aux environs de la ville; il y est découvert et sans végétation. Les principales exploitations sont à une lieue vers le Sud: la fonderie est à deux lieues au Nord.

Nature du  
sol.

Dès que le terrain commence à s'élever, le calcaire paraît au jour et semble sortir de dessous l'épaisse couche de sable et d'autres terrains de transport qui constituent, jusqu'à la mer, le sol de la grande plaine dont nous venons de parler. Ce calcaire occupe la principauté d'Oppeln; il forme comme une bande qui s'étend depuis l'Oder jusqu'en Pologne, et dont la largeur est de six à sept lieues. Au delà, toujours en s'élevant vers le Sud, on voit paraître le terrain houiller auquel le calcaire est superposé, et qui occupe l'extrémité méridionale de la Silésie jusqu'aux montagnes. La bande calcaire n'est pas partout à découvert; elle est ordinairement recouverte d'un peu de sable et de terrain de transport; et c'est entre elle et ce terrain, près de la limite du terrain houiller, que se trouve la couche de galène, ou plutôt les couches appartenant à la formation de galène dont nous avons à parler. Ces couches sont, à partir de la surface et dans la contrée de Tarnowitz, du sable, une terre

bleuâtre appelée *kurzawska* dans le pays, une marne ferrugineuse ou calcaire qui forme le toit de la couche de galène, la couche avec son mur, et enfin le calcaire qui forme le sol sur lequel le tout repose. Je vais rapporter ce que chacune de ces couches présente de plus remarquable.

Le calcaire qui constitue le sol, et dont j'ai déjà indiqué la position et les limites, est d'un gris bleuâtre, à cassure compacte et écailleuse, quelquefois un peu grenue, à grains très-fins: il est stratifié ou divisé en couches horizontales, de un à deux pouces d'épaisseur. Il contient un assez grand nombre de petites coquilles bivalves. Il renferme, de distance en distance, des couches terreuses molles, formant une espèce de limon également bleuâtre; il était recouvert d'une pareille couche dans les endroits de la mine où je l'ai observé. En suivant une galerie, j'ai vu, dans une de ces couches de limon, une bande noire d'environ trois pouces d'épaisseur et de quelques toises de long: c'était un bitume endurci, presque friable, d'un beau noir, et à cassure conchoïde et brillante: peut-être toute la couche calcaire est-elle imprégnée de bitume, auquel elle devrait sa couleur?

Immédiatement au-dessus de ce sol calcaire, se trouve une couche ayant quelques pieds d'épaisseur, également calcaire, mais d'une toute autre nature; elle n'est plus stratifiée; elle est imprégnée d'ocre de fer, qui lui donne une couleur brun jaunâtre: elle contient de loin en loin quelques petits grains de plomb. C'est là le mur ou lit de la couche métallifère.

Mur ou lit  
de la cou-  
che.

Couche.

Cette couche consiste en une marne ferrugineuse, brunâtre, très-tendre, dans laquelle la galène se trouve en veines de peu d'étendue, ainsi qu'en masses rondes de diverses grosseurs; nous reviendrons sur cette disposition du minerai. La couche a une épaisseur qui varie entre un et deux pieds. Elle n'a pas de direction et d'inclinaison déterminée; considérée dans son ensemble, elle peut être regardée à-peu-près comme horizontale, dans les environs de Tarnowitz: mais elle présente un grand nombre de sinuosités alternatives ou d'enfoncemens et d'élévations: elle suit toutes les inflexions du sol sur lequel elle a été déposée, et ces inflexions sont sensiblement parallèles à celles qu'on voit à la surface du terrain; ce qui porte à croire que le sol de la contrée avait à-peu-près la même configuration qu'aujourd'hui, lors de la formation de la couche: on a remarqué qu'elle est en général plus riche dans les creux ou cavités qu'elle présente, que dans les convexités. C'est aussi dans ces creux qu'elle est d'une plus grande profondeur, laquelle n'excède cependant pas 24 toises. Les exploitations actuelles vont jusqu'à deux lieues au Sud de la ville: une partie des anciennes était au Nord. Mais la couche s'étend bien au-delà; on la retrouve à vingt lieues plus loin; dans les environs de Cracovie, elle est l'objet des exploitations d'Olkutz. Elle ne forme pas au reste un tout continu; elle présente des lacunes considérables, notamment dans les convexités du terrain: on dirait qu'il n'en reste que des lambeaux, et ces lambeaux se trouvent le plus souvent dans des bas-fonds.

La marne, qui forme la partie principale de la couche et sert de gangue à la galène, est d'un brun jaunâtre; elle a un aspect terreux, et est plus ou moins endurcie; dans quelques parties, elle est molle: les morceaux durs, lorsqu'ils ont été exposés, pendant quelque tems, à l'action de l'atmosphère, se délitent et tombent en poussière, peut-être par une plus grande oxydation du fer contenu.

La galène est le plus souvent à gros grains et à lames un peu courbes: elle contient environ 70 livres de plomb, et une once d'argent par quintal. Elle se trouve en petites veines ou plaques plus ou moins épaisses: j'ai remarqué que ces plaques étaient le plus souvent parallèles aux parois de la couche, et qu'elles se trouvaient ordinairement vers ces parois, sur-tout vers le toit; j'y en ai vu quelques-unes qui consistaient en de la galène pure; elles avaient de un à deux pouces d'épaisseur, et s'étendaient sans interruption à quelques toises de distance, tant en long qu'en large. La galène est aussi, dans la couche, en rognons ou masses globuleuses, qui ont assez souvent plusieurs pouces de diamètre, et dont l'intérieur est quelquefois creux: cette grosseur va en diminuant, au point que dans quelques endroits on n'a plus qu'une multitude de petits grains disséminés dans la gangue. La galène n'est pas le seul minerai de plomb contenu dans cette couche: le plomb carbonaté s'y trouve assez fréquemment, tantôt en petites aiguilles dans l'intérieur des boules ou géodes de galène, tantôt en parties imperceptibles, mélangées de terre, et formant ce que les Allemands appellent *Bleyerde* (terre de



## 330 DU GISEMENT ET DE L'EXPLOITATION

plomb) : on y rencontre aussi quelque peu de plomb phosphaté (plomb vert) ; et on a même eu quelques indices de plomb chromaté (rouge). La gangue est en outre imprégnée de minéral de plomb en différens états, et en particules imperceptibles. Elle contient encore, m'a-t-on dit, une petite quantité de zinc oxydé : ce qui nuit un peu au succès des opérations métallurgiques.

Toit de la  
couche.

La substance qui recouvre la couche de plomb, celle qui en forme le toit, est un banc calcaire, dont l'épaisseur varie considérablement ; il est ordinairement de 10 à 15 toises. Ce calcaire est compacte, et assez souvent grenu à petits grains : il est imprégné d'un peu d'ocre de fer, qui lui donne une couleur d'un gris jaunâtre : il présente un grand nombre de cavités, dont l'intérieur est tapissé de très-beaux cristaux calcaires, et quelquefois d'un peu de calamine (zinc oxydé). On y trouve, de distance en distance, des boules ou géodes de minéral de fer, qui ont jusqu'à un et deux pieds de grosseur ; et qui sont de même nature que celles dont nous allons parler dans un instant.

Couche fer-  
rugineuse.

Au-dessus de ce banc calcaire, il se trouve une couche de marne imprégnée de beaucoup d'ocre, et dont la puissance est de une, deux, trois toises. Elle est quelquefois si chargée d'ocre, qu'elle devient un vrai minéral de fer : c'est elle qui alimente le grand nombre de fourneaux qui sont dans cette partie de la Silésie. Au reste, ce n'est que dans un petit nombre d'endroits qu'elle est d'une richesse à donner lieu à des exploitations : dans un de ces endroits (à une forte lieue au S. E. de la ville),

celui qui fournit en partie aux magnifiques fonderies de Gleiwitz et de *Kœnigshütte* (1) ; elle n'est presque qu'un assemblage de boules à couches concentriques, et de la grosseur de la tête. Ces couches sont, à l'alternative, de minéral brun compacte, et d'ocre jaune ; les couches de minéral brun (2) ont quelquefois un pouce d'épaisseur. Elles sont d'un brun de cannelé, à cassure lisse et presque plane ; la raclure en est jaunâtre : elles portent quelquefois, quoique rarement, une croûte d'hématite d'une à deux lignes d'épaisseur, et j'ai même trouvé, dans les fissures, quelques étoiles de manganèse oxydé métalloïde.

La couche marneuse ferrifère est en outre imprégnée, notamment dans sa partie inférieure, d'un peu de zinc oxydé ou calamine : quelquefois cette substance augmente, et forme, dans la couche, des veines et rognons qui sont l'objet d'une exploitation particulière. Dans l'exploitation que j'ai visitée, la couche (ou partie de la couche marneuse) qui contenait cette calamine, avait un mètre d'épaisseur ; elle était blanche et traversée par des veines qui n'affectaient aucune direction particulière, et n'ayaient que quelques

(1) J'ai fait connaître l'usine de Gleiwitz dans le No. 84 de ce Journal. J'ai rapporté et remis au Conseil des Mines les plans de la fonderie de *Kœnigshütte*, la plus belle de l'Allemagne.

(2) Cette mine brune compacte, est composée de fer, de manganèse et de chaux : on ignore la proportion et l'état dans lequel se trouvent ces différentes substances : elle rend environ 40 pour 100 de fonte au haut fourneau. L'ocre dont nous parlons paraît être de même nature, mais à l'état terreux.

toises de long. Ces veines n'étaient, pour ainsi dire, que des files de rognons ou masses tuberculeuses jaunâtres, et assez semblables, pour l'aspect, à certains calcaires compactes (1).

Couche de  
kurzawska.

La couche ferrifère est recouverte, dans la contrée de Tarnowitz, par une terre bleuâtre spongieuse, connue dans le pays sous le nom

(1) Cette calamine est d'un gris jaunâtre passant au jaune d'ocre, et même au brun jaunâtre : rarement en trouve-t-on quelques parties d'un brun rougeâtre. Elle présente assez souvent, dans les fissures, des dendrites noires d'oxyde de manganèse. Elle se trouve en masses plus ou moins anguleuses et bulbeuses; quelquefois entièrement compactes; d'autrefois renfermant des cavités dont les parois sont tapissées d'une calamine mamelonée à pâte plus fine et translucide. Sa cassure est matte, compacte, écailleuse, à petites écailles : elle passe d'un côté à la terreuse, et de l'autre à la concoïde. Elle est demi-dure (à différens degrés), opaque, et pèse à-peu-près trois fois plus que l'eau.

Elle est exploitée depuis des siècles : l'exploitation n'occupe guère aujourd'hui que trente mineurs; on en retire de huit à douze mille quintaux, qui se vend 6 francs le quintal. Comme cette substance se trouve en petites veines, sans ordre et sans suite, et seulement à une profondeur de 6 toises, sous la superficie du terrain, toute l'exploitation consiste en des puits que l'on fait au hasard; quand le puits a atteint la couche où est la calamine, si on trouve un rognon ou une veine, on la suit par une galerie jusqu'à ce qu'on l'ait toute enlevée : alors on abandonne le puits, on en retire le boisage, et l'on va en faire un autre un peu plus loin. Un de ces puits de 6 toises ne coûtant pas plus de 8 à 9 francs à foncer, on préfère ce moyen d'exploitation à celui qui consisterait à suivre la couche par des galeries de recherche.

La calamine est fortement calcinée dans un fourneau à réverbère pendant quatre heures, on l'étend ensuite sur une aire, puis on la repasse dans le fourneau, où on la laisse également quatre heures. Cela fait on l'emballe dans des barils et on la livre ainsi au commerce.

de *kurzawska* : deux singulières propriétés de cette terre la rendent le plus grand ennemi que les mineurs aient à redouter. Elle absorbe toute l'eau et l'humidité du terrain, la retient à-peu-près comme une éponge, et la communiquant de proche en proche, elle la verse dans les nombreuses excavations souterraines de la contrée. Cette cause avait forcé d'abandonner les exploitations depuis près d'un siècle. La propriété absorbante de la *kurzawska*, fait qu'il n'y a presque point d'eau courante dans le pays : on pourvoit aux besoins de la ville et des laveries de minerai, avec l'eau que les machines à vapeur élèvent du fond des mines. De plus, lorsque cette terre est imbibée d'eau, elle est meuble comme du sable mouvant; de manière que lorsque le mineur veut la traverser par un puits ou par une galerie, il faut qu'il ait recours à des moyens extraordinaires, et quelquefois même il est obligé de se désister de toute poursuite (1).

Sur cette terre, il y a quelques petites couches d'argile ordinaire, et enfin un peu de sable qui forme le sol du terrain. Ce sable, cette argile, et la terre spongieuse bleuâtre, sont des terrains de transport; les galets et pierres roulées de

(1) Parmi ces moyens extraordinaires, je dois citer celui qui consiste, lorsqu'on veut faire un puits, à bâtir en maçonnerie et à la surface du terrain un cylindre creux, que l'on contient à l'extérieur par une espèce de cage de fer, et que l'on descend dans le puits que l'on creuse; à mesure que le puits avance, le cylindre s'enfonce, et on l'allonge à la partie supérieure par de nouvelles assises de maçonnerie. Cet expédient ingénieux a été apporté en Silésie par un Français.

toute espèce qu'on y trouve, en sont une preuve certaine.

Les couches suivantes jusqu'au calcaire bleuâtre, savoir, la couche de marne ferrifère, le calcaire qui forme le toit, la couche de galène et celle qui lui sert de mur, quoique bien distinctes, et formant quatre couches bien séparées, paraissent avoir cependant de grands rapports. La chaux carbonatée est leur principe dominant : elles contiennent toutes de l'ocre jaune, en plus ou moins grande quantité, il est vrai : l'oxyde de zinc se retrouve dans toutes ; la couche du toit contient de grosses géodes de minerai de fer, de même que la marne qui est au-dessus : cette même couche contient aussi quelques grains de galène ; ce qui montre son rapport avec celle qui est l'objet de l'exploitation : il en est de même de celle du mur. Ainsi ces couches sont comme liées les unes aux autres ; elles appartiennent à un même système ; ce sont les parties d'un même tout : elles ont été formées à la même époque et par la même cause : en un mot, pour me servir de l'expression de Werner, elles constituent une seule et même formation (1). Le calcaire sur lequel elle repose, lui est absolument étranger ; on n'y trouve plus ni galène, ni ocre de fer, ni oxyde de zinc ; il est stratifié, bleuâtre, impré-

(1) Je ne sais si cette formation n'a pas quelque rapport avec certaines couches de plomb qui se trouvent dans le pays de Namur et dans les Départemens voisins du Rhin : ces couches ont quelques circonstances de gisement semblables à celles que je viens de décrire : mais je n'ai pas de données suffisantes pour me mettre à même de conclure l'identité de formation.

gné de bitume : il est évidemment d'une époque antérieure.

## II. Des travaux d'exploitation.

La couche dont nous venons de parler, a été, depuis plusieurs siècles, l'objet de grandes exploitations, auxquelles la ville de Tarnowitz doit son existence. Les anciens travaux étaient principalement au Sud-Est de la ville ; il y en avait eu aussi de considérables à une lieue vers le S. S. O, et même vers le Nord. Mais depuis environ un siècle tout était abandonné. Les anciens avaient été arrêtés dans leur poursuite par les eaux : ils les tenaient épuisées par des tonnes et par des galeries d'écoulement (1) : mais lorsqu'ils voulurent gagner les parties basses de la couche, alors leurs moyens d'épuisement furent insuffisants, et les eaux leur opposèrent une obstacle insurmontable.

Il y a environ vingt ans que le zèle et les connaissances de M. le Comte de Reden, alors Directeur des mines de la Silésie, lui firent imaginer de nouveaux moyens ; il fit venir d'Angleterre des machines à vapeurs (2), et par leur secours, on fut à même de reprendre et de poursuivre l'exploitation de la couche. Le nombre des machines à vapeurs qu'on fut obligé d'employer s'éleva jusqu'à sept : comme on se trouvait à près de trois lieues des houillères, leur entretien devint très-dispendieux ; et

(1) On trouve un vestige d'une de ces galeries au nord de la ville, à 2 mètres au-dessus de celle que l'on pousse actuellement.

(2) Voyez le *Journal des Mines*, N<sup>o</sup>. 7b.

comme, d'un autre côté, on s'était assuré, par des puits et des coups de sonde, de l'existence et de la richesse de la couche dans une étendue considérable, on résolut de percer une galerie d'écoulement plus profonde que celles des anciens; et cela, malgré les difficultés que présentait cette entreprise, dans un terrain presque plat, et où il fallait traverser une couche de terre meuble, qui pouvait opposer de grandes difficultés.

Galerie  
d'écoulement.

Quoique les exploitations fussent à près d'une lieue au Sud de Tarnowitz, on fut cependant obligé de commencer la galerie, et d'établir son embouchure à une forte lieue au Nord de la ville, dans un petit vallon. On attaqua cette galerie par plusieurs points à la fois, en établissant des machines à feu sur ces points: car, ainsi que nous l'avons dit, sitôt qu'on arrive sous la couche de *kursawska*, les excavations se remplissent de suite d'eau. On pousse la galerie tout-à-fait horizontalement. Malgré cette précaution, en arrivant vers le Sud, à la partie appelée *Trokenberg*, elle s'est trouvée au-dessus de la couche, et comme celle-ci présente encore des sinuosités, des espèces de creux ou poches très-riches en minéral, il a fallu conduire la galerie au-dessous de ces parties basses, et on s'est vu forcé de l'abaisser tout-à-coup de trois pieds (environ un mètre): dans cet endroit il y aura un ressaut, que les eaux franchiront à l'aide d'une machine à feu qu'on laissera à ce point. Cette machine a cinq pieds (anglais) de diamètre (1): la quantité d'eau à élever

(1) C'est celle décrite, N<sup>o</sup>. 79 de ce Journal.

sera communément de 270 pieds cubes. Dans la partie du Nord, la galerie se trouve au-dessus de la couche que l'on a laissée à l'Est; par la suite, on poussera des ailes qui iront joindre cette partie: vers le Sud on l'a conduite, ainsi que nous l'avons dit, sous la couche, qui tantôt est à deux, tantôt à quatre mètres au-dessus, suivant les inflexions qu'elle présente. La galerie aura 5300 toises de long; elle a sept à huit pieds de haut et quatre de large; elle sera terminée dans trois ou quatre ans (ceci a été écrit en 1802): elle procurera, par la suppression des machines à feu, une économie de 16000 francs par an.

J'ai déjà eu occasion de dire, en parlant des houillères de Waldenbourg (N<sup>o</sup>. 86 de ce Journal), qu'en Silésie on divisait en trois classes les travaux relatifs à l'exploitation des couches: ceux de la première ont pour objet de reconnaître la couche, c'est-à-dire, de s'assurer de son existence à un certain éloignement des points que l'on exploitait (*Ausrichtung*); on le fait par des puits ou des coups de sonde: ceux de la deuxième classe ont pour but de disposer convenablement pour l'exploitation, les parties de la couche que l'on se propose d'attaquer (*Vorrichtung*): enfin il ne reste plus qu'à exploiter, c'est-à-dire, arracher du gîte la partie disposée (*Abhaue*).

Exploitation proprement dite.

La première partie de ces travaux a été faite à Tarnowitz, d'abord par des coups de sonde, et ensuite par des puits foncés à l'Ouest de la partie où sont les travaux actuels: ces puits sont espacés de 60 à 80 toises les uns des autres, et sont disposés de manière que quatre

d'entre eux sont toujours aux quatre coins d'un carré. On s'est par ce moyen assuré que l'on avait la couche pour plus de quinze ans d'exploitation continue.

Par ces premiers travaux, on a comme divisé la couche en carrés de 60 à 80 toises de côté, et ce sont ces carrés qui sont l'objet successif de l'exploitation. Lorsqu'on veut en attaquer un, on commence par joindre, à l'aide de galeries, le pied des quatre puits qui sont aux quatre coins: ces galeries sont poussées horizontalement sur la couche; elles en suivent les sinuosités. Ensuite on part à-peu-près du milieu de chacune d'elles comme du milieu des côtés d'un carré, et l'on s'avance par de nouvelles galeries que l'on dirige vers le centre du carré: mais on ne suit pas cette direction avec rigueur en ligne droite; et comme le minerai n'est pas partout uniformément répandu, on suit la veine la plus riche en faisant les mêmes sinuosités qu'elle. De cette manière, le carré est reconnu, non-seulement sur ses bords par les galeries qui le bordent, mais encore dans son intérieur, par des galeries que j'appellerai *intérieures*: il est *disposé* pour l'exploitation; on peut établir le mode dont elle sera conduite. On *dispose* ainsi à l'avance un certain nombre de carrés, de manière à être sûr qu'ils fourniront suffisamment de minerai pendant deux ans.

Le mode d'exploitation employé ici, est appelé *Strebenbau* par les Allemands: voici comme il s'exécute: on prend, sur une parois d'une galerie intérieure, différens points à 2 toises l'un de l'autre: à chacun de ces points, on attache un mineur: celui-ci pousse, perpendi-

culairement à la galerie, un boyau ou galerie plus petite appelée *streben*; il lui donne environ 4 pieds de large, et la hauteur simplement nécessaire pour le charriage du minerai (environ 4 pieds). Cette hauteur est prise dans la couche et dans le toit. En le poussant, on suit le minerai; on se détourne de la ligne droite, lorsque la masse principale du minerai qu'on exploite fait une petite sinuosité; on tourne même entièrement autour d'une partie stérile; car on a ici pour principe d'arracher le moins possible de roche non-métallifère. En poussant le boyau, le mineur exploite en même-tems les parties adjacentes de la couche à une distance d'environ 4 pieds: ce qu'il fait par le *krimhælzerei*. Dans ce mode de travail, que l'on pratique dans les endroits où le toit est solide, et où la couche a une épaisseur suffisante (15 à 18 pouces), le mineur se couche sur le côté droit, et, à l'aide d'un pic ou d'une pioche, il fait, en enlevant le limon (*letten*) qui est sur le mur de la couche, une entaille de quelques pouces de hauteur, d'environ une toise de long, et d'une largeur égale à celle qu'il peut atteindre avec le pic. Ensuite il arrache la partie de la couche qui se trouve ainsi *déchaussée*; ce qu'il fait ou avec le pic ou avec des coups de poudre: dans ce dernier cas il fait les trous de 18 à 24 pouces de long, et il les charge avec 3 onces de poudre. Lorsqu'il a ainsi arraché une partie de la couche, il s'avance en rampant, et toujours couché sur le côté, entre le toit et le mur, et il attaque la partie suivante de la couche, jusqu'à ce qu'il soit à environ quatre pieds de son boyau. Quelquefois

même, lorsqu'il n'y a pas de mineur qui travaille dans le voisinage, il s'avance plus avant entre le toit et le mur, et exploite quelques toises carrées (1). A mesure qu'il pousse le boyau en avant, il remblaye les excavations latérales avec la roche arrachée du toit, et même avec les parties stériles de la couche qu'il a été obligé d'enlever. Nous avons dit que l'on mettait un mineur de deux en deux toises; cela ne doit s'entendre que du cas où la couche serait d'une richesse à-peu-près uniforme: car dans l'usage ordinaire, on prend sur la galerie intérieure les points les plus riches, et l'on attache un mineur à chacun

(1) Ce singulier et pénible mode de travail (le *krumhaelzerarbeit*) est spécialement en usage dans les mines de cuivre du Comté de Mansfeld: Jars en fait mention dans ses *Voyages Métallurgiques*, (t. 2, p. 459). On y voit des excavations qui ont 100 et 200 toises carrées de surface, et environ 15 pouces d'épaisseur; les mineurs nuds, avec une planche attachée le long de la cuisse droite, et une autre sous le bras, rampent dans ces étroites fentes: ils y passent six et sept heures sans pouvoir changer de position. M'étant aventuré dans une de ces excavations, où j'avais 70 toises à parcourir, j'avancai assez bien dans les premières toises, mais au bout d'une douzaine, je n'eus pas la force ou l'adresse d'aller plus loin: malgré les leçons et l'exemple de mon guide, malgré les répétitions qu'il m'avait fait faire dans une galerie voisine, je crus qu'on serait obligé de me traîner hors d'un atelier si peu commode: cependant, au bout d'un quart-d'heure de repos, je pus encore faire quelques toises; et en avançant et me reposant ainsi à l'alternative, je terminai ma pénible entreprise au bout de deux heures de tems: mon embarras fit beaucoup rire les mineurs, qui ne mettaient que quelques minutes pour faire le même trajet.

ces

d'eux; ils sont souvent à quelques toises l'un de l'autre; quelquefois même il n'y en a qu'un dans une galerie intérieure de 15 toises de long. — Un carré de la couche étant ainsi exploité, on passe au suivant. Le travail est toujours alloué aux mineurs à prix fait; on donne, à une société de mineurs, de 8 à 16 *groschen* (1,33 à 2,66 francs) par quintal (5,35 myr.) de minerai: sur cette somme tout doit être payé, l'extraction hors de la mine, et même le lavage.

Lorsque le mineur a exploité une certaine quantité de minerai, il la partage en trois tas; l'un pour la galène pure en masses, le second pour les gangues contenant beaucoup de minerai, et le troisième pour les menus débris et la partie terreuse: chacun de ces trois tas est séparément porté au jour.

Du transport du minerai hors la mine.

Le transport dans les galeries se fait à l'aide d'espèces de plateaux montés sur quatre roulettes, et sur lesquels on place trois seaux remplis de minerai; le seau contient à-peu-près un pied cube: il ne coûte en frais de transport que 0,44 pf. (7 cent.); il coûterait 0,67 à la brouette. Lorsqu'on le traîne sur des planches non montées sur des roulettes, ainsi que cela se pratique dans d'autres pays où le *krumhaelzerarbeit* est en usage, il coûte 1,04 pf. Le transport par les puits se fait à l'aide de treuils ordinaires.

Il n'y a presque pas de boisage dans l'intérieur des mines de Tarnowitz: les puits <sup>Étançon-</sup>nage.

Volume 17.

Z

sont cuvelés, et quelquefois revêtus de maçonnerie.

Airage.

Les percemens sont assez multipliés dans les exploitations pour que l'air puisse y circuler et s'y renouveler librement. Je n'ai vu de ventilateur que dans un seul endroit ; c'est le plus simple de tous ; c'est celui connu sous le nom de *Hartzer wetter satz* (ventilateur du Hartz), et que j'ai décrit dans le tome troisième (page 37) de mon ouvrage *sur les Mines de la Saxe*. Un enfant, assis tranquillement dans la baraque qui recouvre l'entrée du puits, faisait mouvoir, à l'aide d'un levier, cette espèce de pompe à air.

Épuisement des eaux.

Nous avons déjà parlé de cet objet en traitant de la galerie d'écoulement.

Préparation des minerais.

Les préparations que subissent certains minerais avant d'être livrés aux fonderies, quoique très-simples, ne laissent pas que d'être longues et nombreuses. Nous avons dit que le minerai exploité était divisé en trois tas, la galène en masse, la gangue (dure) contenant galène, et les menus débris avec les parties terreuses.

La galène en masse ne subit aucune préparation ; elle est immédiatement livrée à la fonderie même sans être triturée.

La gangue (marne ferrugineuse endurcie) qui contient des grains de galène, est mise sur la halde, afin qu'elle y éprouve l'action décomposante de l'atmosphère : elle y reste un à deux ans ; au bout de ce tems, lorsqu'elle

est entièrement tombée en décomposition, des enfans en font le triage : les grains de galène sont mis de côté, et les mineurs reçoivent un *baehm* (13 centimes) par mesure (70 litres) : le reste est traité comme *halde*.

Les menus débris et la partie terreuse sont portés dans des bassins remplis d'eau, où ils se ramollissent, puis on les jette sur des tables de lavage, d'où on les fait tomber dans un *schlaemm graben* (caisse à tombeau) garni d'une grille placée vers les  $\frac{2}{3}$  de sa longueur. Les gros morceaux restent en deçà ; on les met dans un crible, où on les agite en plongeant par reprises ce crible dans l'eau : la couche supérieure est portée sur la halde, et l'inférieure qui consiste en galène, est livrée à la fonderie : ce qui est passé à travers les trous est porté dans une autre laverie ; on le passe par un crible plus fin, et il donne une couche supérieure qu'on jette sur la halde, et une couche inférieure qui est de la galène ; ce qui passe à travers les trous, est traité par le *schlaemm graben* ; le bon est livré comme *schlich*, et le reste est porté aux haldes. La partie des menus débris qui était passée à travers la grille du premier *schlaemm graben*, est lavée sur une table à percussion, et donne du *schlich*.

Les diverses substances déposées sur la halde y restent encore exposées à l'action de l'atmosphère, et puis elles subissent des triages, criblages et lavages à-peu-près comme les menus débris.

Produit en  
minéral.

On livre annuellement aux fonderies 20000 quintaux de galène, et 4000 quintaux de schlich. Cette galène n'est pas entièrement pure; elle contient 68 livres de plomb, et  $\frac{3}{4}$  d'once d'argent par quintal de plomb d'œuvre. Les schlichs contiennent de 40 à 45 livres de plomb, et  $\frac{1}{2}$  d'once d'argent.

## POTAMOGRAPHE

*Du Département des Hautes-Alpes, ou Description de ses bassins et vallées, sous le rapport de la nature de leur sol, et des chaînes de montagnes qui les circonscrivent.*

Par L. HÉRICART DE THURY, ingénieur des mines.

CETTE description est destinée à servir d'introduction à la topographie du Département des Hautes-Alpes, divisée par ses bassins et vallées. Je me suis borné à l'exposition la plus succincte de la nature des montagnes qui les encaissent ou qui les circonscrivent, et à ne parler de leur sol que sous le rapport de la culture, réservant de plus amples détails pour l'article des substances minérales.

Je divise toute l'étendue du Département en huit bassins, qui sont :

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1°. La Durance. | 5°. La Soulonaze. |
| 2°. Le Guil.    | 6°. La Romanche.  |
| 3°. Le Buech.   | 7°. L'Aignes.     |
| 4°. Le Drac.    | 8°. L'Ouelle.     |

Chacun de ces bassins sera sous-divisé par les différentes vallées qui y affluent.

N. B. Pour suivre cette description, il faut consulter les n°. 120-121-150-151-152 et 180 de la carte de Cassini. Ces six cartes donnent une idée exacte de la constitution physique du Département des Hautes-Alpes.



## I. Bassin de la Durance.

La Durance prend sa source au mont Genève, et après un cours de 36 myriamètres, elle va se jeter dans le Rhône. Sa vallée reçoit les eaux d'un grand nombre de ruisseaux ou de torrens, dont quelques-uns même sont souvent nommés pour ses sources sur les anciennes cartes. Les montagnes qui bordent son bassin de droite et de gauche, varient dans leur nature; les unes sont de formation primordiale, et les autres de formation secondaire: nous aurons lieu d'en parler en décrivant les vallées de chacun des ruisseaux ou torrens qui viennent réunir leurs eaux à celles de la Durance, et qui apportent en même-tems dans son bassin des dépôts de limons, de sable, de galet, et quelquefois de roches. La nature des dépôts charriés par ces divers ruisseaux, varie beaucoup, et forme une grande variété dans le sol de la vallée de la Durance, comme on le verra plus bas.

1°. *La Durance proprement dite.* Sous ce nom je comprends le ruisseau qui prend ses sources au pied de la montagne de Jouan, sur le col du mont Genève; une autre branche descend de la chaîne de Goudran, près du col de ce nom. Ces montagnes sont primitives, très-escarpées; leur base est recouverte par des masses de calcaire compacte. Les eaux de la Durance ont entraîné avec elles le détrit de ces montagnes, et on trouve sur le col du mont Genève, et en descendant, vers le village de la Vachette, des terrains entièrement formés des attérissemens qu'elles ont déposés; ce sont des

sables micacés, mélangés de blocs de granite, de porphyre, de variolite, de traps, de roches de Diallage, de mica, et de gal ts calcaires plus ou moins argileux qui, décomposés, fournissent une terre maigre, légère, sableuse, en partie argilo-calcaire et d'un faible rapport. C'est au hameau des Aberte que la Durance reçoit le premier ruisseau; c'est aussi là que je termine le cours de la Durance proprement dite. Dans la partie supérieure de ce faible ruisseau, on trouve quelques parties assez bien cultivées, quoique dans un pays froid, mais qui doivent leur fertilité aux détrit de substances végétales qui y furent déposés, avant que la sortie des eaux de la Durance se fût faite, lorsqu'elles étaient retenues au pied du Jouan et qu'elles y formaient un lac. On trouve même encore dans quelques parties, une couche de tourbe formée de plantes aquatiques, et de feuilles de mélèze et de pins qui couvraient autrefois les pentes des montagnes. Ce dépôt tourbeux est marécageux dans quelques parties, mais dans d'autres endroits retournés par la charrue et mêlé avec les attérissemens de la Durance, il forme une terre assez fertile et bien cultivée. A la descente du col, ces parties végétales, trop légères, ont été entraînées par les eaux pluviales ou les fontes de neige, et on ne trouve, comme je l'ai dit ci-dessus, qu'une terre sableuse maigre, et mélangée de galets primitifs ou argilo-calcaires, plus ou moins décomposés. Je parlerai de la nature des terres de tout le cours de la Durance, après avoir examiné les divers ruisseaux qui y affluent, sur l'une ou l'autre rive.

2°. *La Clarée ou Clairet.* Ce ruisseau qui a ses sources entre les cols de Bonne-Nuit, de Rinchillec, de Valmenier et de Mandé, se dirige du Nord-Ouest au Sud-Est. Son cours est de 20000 mètres environ. Son bassin est circonscrit par de hautes montagnes calcaires. Vers ses sources on retrouve la chaîne primitive qui limite les arrondissemens de Briançon et de Maurienne. Au-dessous sont des terrains intermédiaires, composés de schistes argileux, de cornéennes, de traps, de gypses ou chaux sulfatée, des grès et des houillères. Dans les grandes chaînes de l'une et l'autre rive, on trouve un calcaire compacte et des argiles compactes et dures. Les eaux de la Clarée sont limpides, la majeure partie de l'année, et elles contrastent avec celles de la Durance à laquelle elle s'unit aux Alberts. Les terres cultivées de cette vallée sont argilo-calcaires, assez grasses et fertiles. Plusieurs ruisseaux y apportent des vallons supérieurs, un limon gras et mélangé de substances végétales qui proviennent des grandes forêts des montagnes voisines. Quoique la Clarée ait un cours beaucoup plus étendu que celui de la Durance, elle perd néanmoins son nom aussitôt qu'elle lui est réunie. Dans les cartes anciennes la Clarée se trouve même souvent sous le nom de *Durance*. Parmi les ruisseaux qui se jettent dans la Clarée, on doit remarquer celui de Plampinet, qui arrose le vallon des Acles, où se trouvent les mines de cuivre des Rousses, dont nous aurons lieu de parler par la suite.

3°. *La Guisanne.* Cette intéressante vallée, qui présente une grande analogie avec la belle

vallée de Chamouny, a plus de 20000 mètres de longueur. Ses sources sont nombreuses et assez éloignées les unes des autres. Elles s'étendent depuis le col du Lautaret, jusqu'à ceux du Galibier et de la Pousonnière. Parmi ces sources, les unes sont au pied des montagnes primitives, et les autres dans le terrain intermédiaire ou dans le calcaire secondaire. Elles descendent de ces montagnes avec plus ou moins d'impétuosité, entraînant avec elles, tantôt des granites, des roches de corne, et des traps décomposés, tantôt des schistes ou de la chaux sulfatée, et tantôt enfin des argiles, des sables, et du calcaire plus ou moins mélangé. Cette variété de substances, intimement unies, forment, dans le bassin de la Guisanne, une terre très-fertile et bien cultivée; dans quelques parties de la vallée on trouve un limon argileux, dans d'autres parties, il est sableux, léger et micacé, et dans quelques autres enfin le calcaire y domine. La Guisanne reçoit sur sa rive gauche des dépôts calcaires et argileux, par plusieurs ruisseaux qui descendent de la grande chaîne qui sépare son bassin d'avec celui de la Clarée; mais sur sa rive droite, et dans la haute partie de son cours, les ruisseaux qui y affluent en descendant des glaciers, apportent des granites décomposés et d'autres roches primitives, qui, par leur altération, forment un sol léger, et d'autant plus fertile, qu'il est plus mélangé des substances secondaires qui recouvrent les masses primitives. Cette vallée a d'ailleurs des canaux d'irrigation multipliés qui sont une source de prospérité pour le pays. La partie inférieure de la rive droite enfin, reçoit des dépôts limoneux

et sableux, qui proviennent des terrains houillers qui se trouvent à l'extrémité de la vallée, au-dessus du confluent de la Guisanne, dans la Durance. Dans la description des mines du Département, nous verrons cette vallée figurer d'une manière remarquable par les nombreux gisemens qu'elle renferme, tels que les mines de fer, de plomb, de cuivre, la houille, la chaux sulfatée, les oxydes de fer, etc.

4°. *La Servières*. Ce torrent, dont le cours a plus de 24000 mètres, se dirige de l'Est à l'Ouest. Il a plusieurs sources qui reçoivent leurs eaux de montagnes très-variées pour leur nature. La principale source de Servières est dans le vallon du Bourget. La droite de ce vallon offre des pâturages très-étendus, qui recouvrent des pentes calcaires. La rive gauche est exposée au Nord, et présente un aspect plus sauvage, dont les sommités dénudées et déchirées profondément, laissent voir la constitution de la montagne, composée de granite, de porphyre, de traps primitifs et de roches variolites. Au pied de ces masses primordiales sont des terrains intermédiaires. Le sol du vallon du Bourget est un mélange de terrains primitifs et de roches intermédiaires ou calcaires. Trop élevé dans un climat froid, et recouvert de neiges pendant plus d'un tiers de l'année, on n'y trouve que de faibles cultures. Ce sont en général des pâturages. La seconde source de Servières est le ruisseau de Bleton. Il est séparé de celui du Bourget par des montagnes escarpées; son bassin est plus resserré, et d'ailleurs exposé au Nord; il est beaucoup plus froid; son encaissement est formé par des chaînes granitiques. Ces deux

ruisseaux se réunissent au village de Servières; la vallée s'élargit; on trouve quelques plateaux bien cultivés, composés de terre argileuse mélangée de galets primitifs et d'un sable fertile qui provient de leur décomposition. Au-dessous du village de Servières, le calcaire reparaît; son altération spontanée et les argiles rouges qu'il contient, se mêlent aux sables de Servières, et forment des dépôts précieux qui constituent le sol de la Durance. Au-dessous de Briançon, on trouve dans cette vallée différentes mines qui ont été exploitées à une époque inconnue pour nous. Les travaux d'exploitation ont dû être suivis durant un grand nombre d'années. La beauté des cours d'eau, et leurs chûtes multipliées, permettraient d'élever de nombreuses usines si le combustible était plus abondant.

5°. *La Gyronde*, ou rivière de Vallouise, est formée par deux ruisseaux, dont l'un remonte au Nord, vers les glaciers de la Grave et des Arsines, et l'autre vient du Sud, entre les montagnes de l'Alp-Martin et les glaciers du Gros-Chaudon au col de Sayse. Le premier où le Gy a ses sources dans les granites; il passe ensuite dans des terrains intermédiaires et calcaires recouverts de riches pâturages. Le second est la Ronde, qui sort également des granites, et arrose ensuite des pâturages et des terres cultivées, jusqu'à sa réunion au Gy, sous le village de Vallouise, où ils forment la Gyronde, dont la vallée paraît être le bassin d'un lac immense qui couvrirait autrefois toute cette étendue de pays; l'écoulement de ses eaux s'est fait par la gorge de Vigneaux. Le cours de la Gyronde,

qui est de plus de 35000 mètres, offre un terrain fertile, mélangé des terres diverses qui résultent de la décomposition des granites et du calcaire unis à des argiles; dans quelques parties de la vallée, c'est un limon fertile; dans d'autres, il est sableux, et plus souvent ces deux espèces mélangées ensemble, sont altérées par des galets et des cailloux. Une partie de cette vallée est très-froide et d'une faible culture. Il sera souvent question par la suite des vallées du Gy et de la Ronde, par les mines de cuivre, de fer et de plomb qui s'y trouvent, tant dans les chaînes primitives, que dans les terrains intermédiaires, et même dans le calcaire. Les granites de la chaîne supérieure peuvent être comparés à tout ce que les anciens ont connu de plus parfait.

6°. *L'Alp-Martin*, ou ruisseau de l'Argentière, coule dans un bassin étroit, escarpé et très-froid. Son cours a 7000 mètres environ. Cette vallée, dirigée de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est, est encaissée dans des granites dans sa partie supérieure, et ensuite dans des rochers intermédiaires argilo-schisteuses décomposées, qui ne forment qu'un sol maigre en pâturage et d'une faible culture. L'Alp-Martin se jette dans la Durance, sous le Château de l'Argentière. Les chaînes qui circonscrivent la vallée de l'Alp-Martin, sont très-riches en substances métalliques. Le plomb et le fer y sont abondamment répandus. Les Romains ont longtemps exploité la fameuse mine de l'Argentière, dont les travaux avaient été ensuite repris par les Dauphins, et en dernier lieu par une Compagnie lyonnaise qui a été forcée de suspendre

ses travaux par les suites funestes de la tourmente révolutionnaire.

7°. *La Biaisse*, ou rivière de la vallée de la Freyssinières, se dirige de l'Ouest à l'Est, dans un cours de 13000 mètres. Elle a ses sources entre les cols du Loup et de Prelec, sous la pointe Lazarine, dans des montagnes primitives, dont les bases sont recouvertes de calcaire. Cette vallée offre un sol sablonneux et argileux, mélangé de calcaire. La combinaison de ces substances offre dans quelques endroits un terrain fertile; mais les montagnes sont si élevées et si froides sur la rive droite, qu'elles nuisent à la culture. On a souvent parlé de la mine d'or de Freyssinières; l'étude de cette vallée nous a donné la conviction qu'il y existait effectivement une mine d'or, dont un riche échantillon est déposé dans la collection de minéralogie du Muséum de Grenoble.

8°. *Le Coulaur* ou *Coulaud* forme un petit bassin au-dessus de Saint-Clément. Il descend de la montagne de roche Claire et du roc Blanc. Ce bassin est dans le calcaire. Son sol est un mélange d'argile et de calcaire.

9°. *Le Rabioux* arrose une vallée calcaire et argileuse. Il a ses sources au-dessous du col des deux Courettes. Il se dirige de l'Ouest à l'Est. Ce bassin ne présente qu'un pays froid, escarpé, et quelques pâturages.

10°. *Le Réa* ou *Savines*, qui se dirige du Nord-Ouest au Sud-Est, arrose un bassin calcaire et argileux. La partie supérieure de son cours est dans le calcaire compacte, mais les schistes argileux prédominent dans la majeure

partie de son cours, et ne forment de son sol qu'une terre très-maigre.

11°. *La Blache* descend des montagnes calcaires qui dominent la vallée et les marais de Chorges; elle reçoit un grand nombre de ruisseaux qui coulent dans des schistes plus ou moins décomposés. L'écoulement des eaux des marais de Chorges accroît encore les dépôts que charrient ses eaux. Ce bassin est entièrement argileux. Son cours est de 15000 mètres. Cette vallée est remarquable par les amas de chaux sulfatée qui y sont abondamment répandus. Plusieurs sont d'une très-grande pureté, et peuvent être employés comme albâtre gypseux.

12°. *La Vence* coule du Nord-Est au Sud-Ouest. Elle a ses sources dans les montagnes calcaires d'Ancelle. Elle coule ensuite dans des collines d'argile et de schistes décomposés. Son bassin est argileux, mais on y trouve cependant des galets primitifs qui furent déposés sur les pentes de ces montagnes, quand les grands courans descendirent de la haute chaîne, entraînant des masses arrachées des bassins primitifs. Les sources de la Vence sont dans une montagne calcaire qui est citée parmi les amas les plus considérables de dépouilles animales fossiles. Les coquilles de tous genres, les madrépores, les coraux, les ammonites, etc. sont très-multipliés, et plusieurs espèces sont perdues pour nous.

13°. *La Luie* ou *ruisseau de Gap*, a ses sources dans la chaîne calcaire, qui s'étend depuis les montagnes de la Rochette jusqu'au col de Bayard. Elle traverse ensuite des collines argileuses. Son bassin offre des limons fertiles,

qui sont un mélange de terre calcaire, d'argile, et de sables primitifs mêlés de galets et de fragmens de roches granitiques, charriés par les grands courans; mais son bassin est en général argileux. Son cours, qui se dirige d'abord de l'Est à l'Ouest, et ensuite du Nord au Sud, est de plus de 15000 mètres. Son changement de direction a lieu au-dessus de Gap. La rive droite de ce bassin est très-élevée, et dominée par les montagnes de Bayard et de Charence, dont les bases sont argileuses. La montagne de Bayard qui sépare la vallée de la Luie du bassin de Drac, offre un plateau marécageux élevé de 1218 mètres au-dessus de la mer. Il contient des tourbières très-abondantes et d'excellente qualité.

14°. *La Rouzine* est une rivière formée par la réunion d'un grand nombre de petits ruisseaux qui ont leur bassin dans les dépôts argileux qui recouvrent la base des montagnes de Charence et de Seuze. Ces montagnes sont de calcaire compacte. La Rouzine coule sur des limons argilo-calcaires, dans lesquels on trouve une très-grande quantité de fragmens de pierre calcaire compacte, entraînés des pentes de la Seuze. La vallée de la Rouzine renferme des tourbières assez nombreuses, dont une entre autres avait autrefois de la célébrité, parce qu'elle renfermait la septième merveille du Dauphiné, *la motte qui tremble*. Ce monument de la superstition des anciens habitans du pays, n'est qu'un bloc de pierre calcaire tombé de la sommité de la montagne de la Seuze, et recouvert ensuite d'un dépôt tourbeux. *La motte qui tremble* éprouve en effet un certain mou-

vement, lorsque monté sur son sommet, on s'y donne quelque oscillation, effet non merveilleux, mais naturel à tout dépôt tourbeux.

15°. *Les vallées de l'Ascension, de Néal, de la Fare et de Ladroit*, sont arrosées par des ruisseaux qui descendent de la chaîne calcaire qui est sur la rive gauche de la Durance. Cette chaîne est formée de calcaire très-compacte; on y trouve peu d'argile; mais dans quelques parties on voit des roches talcqueuses et stéatiteuses. Ces bassins sont très-élevés; quelques-uns sont boisés; mais ils n'offrent généralement que des pâturages entre des rochers dénudés, escarpés, à pic, et souvent en surplomb. Quelques-uns des ruisseaux qui arrosent ces bassins, charrient beaucoup de substances calcaires (1).

16°. *Le Rioupars* arrose le vallon de Séguret. Il vient de la chaîne intermédiaire qui sépare les Départemens des Hautes et Basses-Alpes. On y trouve des calcaires compactes dans la partie inférieure, mais en remontant le cours du Rioupars, qui a 5000 mètres environ de longueur, on trouve des roches calcaires talcqueuses, et des argiles intermédiaires. La nature de cette vallée est sableuse dans quelques parties, et mélangée d'argile, de sable, et de

(1) On trouve dans cette vallée une grande variété de marbres calcaires stéatiteux, dont plusieurs sont susceptibles d'un très-beau poli. Ces marbres étaient connus des Romains qui les ont employés avec succès. On voit encore à Lucbrun, des vases, des bassins, et des piédestaux de ces marbres, avec de belles inscriptions romaines. Les remparts de Mont-Dauphin sont entièrement construits de ces marbres.

fragmens

fragmens de roches intermédiaires dans la majeure partie. C'est un sol léger, assez fertile, mais froid, et couvert de pâturages.

17°. *Le Crevoux*, qui remonte jusqu'au pied du mont Parpaillon, et dont le cours a 8000 mètres de longueur, arrose une vallée entourée de montagnes calcaires. Son sol est argileux, et provient de la décomposition des schistes qui recouvrent la base des montagnes calcaires. Cette vallée, dirigée de l'Est à l'Ouest, est fertile et assez bien cultivée.

18°. *La vallée des Orres* est arrosée par le ruisseau de Vachère, qui a ses sources au pied de la montagne de Coste-Loupet, et sous les pointes du Pouzenc, montagnes calcaires très-élevées, qui séparent les Hautes et Basses-Alpes. Les argiles schisteuses qui sont sur l'une et l'autre rive de ce ruisseau ont formé le sol de son bassin, qui est une terre noire argilo-calcaire, un peu sableuse, mêlée de blocs calcaires plus ou moins volumineux, arrachés de la sommité de la vallée. Le torrent de Vachère est très-impétueux, et exerce souvent de grands ravages dans le bassin des Orres, qui est en général très-fertile. La vallée des Orres a de grands amas de chaux sulfatée, dont plusieurs sont même très-purs; on prétend qu'il existe des sources salées dans quelques parties de cette vallée; mais elles n'ont pu provenir que du lessivage naturel des schistes qui contiennent du sulfate de soude, de magnésie et d'alumine.

19°. *Le Boscodon* est un torrent qui a 5000 mètres de longueur au plus; il arrose un bassin argileux, encaissé entre deux montagnes calcaires dans lesquelles on trouve des amas de

Volume 17.

A a

chaux sulfatée, d'albâtre gypseux et de tuf. Les schistes sur lesquels ces amas ont été déposés, sont entièrement décomposés et entraînés par les eaux pluviales ou les fontes de neige; ils forment avec les débris des masses calcaires ou gypseuses un limon très-fertile. Le Boscodon se dirige du Sud-Est au Nord-Ouest. Ce torrent est un des plus impétueux du Département et le plus dangereux dans ses crues. Les délaissées de ses eaux sont extrêmement fertiles et d'un très-grand produit; mais son bassin est étroit, resserré entre des montagnes froides, et autrefois couvertes de belles forêts, dont on ne voit plus que de faibles vestiges. Les amas de chaux sulfatée de Boscodon sont avantageusement connus dans le pays. Les Romains en ont exploité et travaillé un bel albâtre blanc gypseux. Les bas-reliefs et la statue du magnifique mausolée du Connétable de Lesdiguières qu'on voit dans la Cathédrale de Gap, sont de ce même albâtre qui jouit d'une assez grande dureté. Parmi les monumens romains que j'ai vus dans ce pays, il y en a plusieurs de chaux sulfatée anhydre provenant de Boscodon.

## II. Bassin du Guil ou Queyras.

*Le Guil* est une rivière qui a plus de 60000 mètres de longueur. Sa direction est très-variée. Elle change et se contourne au pied de plusieurs grandes chaînes qui renferment différentes vallées. Le Guil prend ses sources au pied du mont Viso, près du célèbre passage souterrain, qui se voit entre le mont Crisso au Nord, et le Viso au Sud. Ce passage, dont on

ignore la date, et qu'on paraît attribuer à tort à Louis XI, est très-remarquable: jé conviens qu'il porte un millésime qui s'accorde avec le règne de ce Monarque, mais je suis porté à le croire beaucoup plus ancien. Il est indiqué sur la carte de l'Académie, n°. 106, sous le nom de *Traversette; trou qui, fait par main d'hommes, traverse la montagne*. Je n'entre point ici dans de plus grands détails à son égard, réservant sa description pour les antiquités et la partie historique du Département. C'est au pied de ces mêmes montagnes que le Pô et la Stura prennent leurs sources. La sommité de ce bassin est d'origine primordiale, et composée de roches granitiques, feld-spathiques, d'amphibole, de diallage, de traps, et de roches intermédiaires, qui sont recouvertes par des brèches ou agrégats à fragmens primitifs, par des traps secondaires, des schistes et de la chaux sulfatée. En descendant la vallée du Guil, proprement dit, vers Château-Queyras, on trouve de grands amas de chaux sulfatée et d'albâtre gypseux qui contient plus ou moins de soufre natif. Au-dessous, vers le village de Veyer, et de là à Mont-Dauphin, on retrouve les montagnes calcaires qui sont voilées à leurs bases par d'immenses dépôts de galets primitifs agglutinés, formant des montagnes entières de poudding, telles que celles de Mont-Dauphin, au-dessus du confluent du Guil et de la Durance. Le bassin du Guil forme une gorge profonde et resserrée, dont le terrain, dans quelques parties, est un sable fin micacé, un peu argilo-calcaire. Dans quelques autres ce sont des argiles assez grasses et fertiles; mais le plus

communément le sol est un sable argileux mêlé d'une grande quantité de galets primitifs roulés, plus ou moins volumineux (1). Le bassin du Guil ou le Queyras renferme plusieurs petites vallées, dont les plus remarquables sont :

1°. *Celui de Ristolas*, dirigé du Sud-Est au Nord-Ouest; c'est dans ce bassin que sont les sources du Guil. Il est entièrement composé de détritifs des montagnes primitives qui le circonscrivent, mais dont les bases sont recouvertes par des roches intermédiaires et du calcaire. Le climat y est très-froid. On n'y trouve que des pâturages autour de Ristolas; le sol est un mélange fertile provenant de la décomposition des roches des montagnes voisines. C'est un sol vierge, qui est souvent renouvelé par l'altération des roches.

2°. *La vallée d'Abriès* est arrosée par un ruisseau qui forme une des sources du Guil, au pied des montagnes qui séparent les Hautes-Alpes et le Département du P<sup>d</sup>. Cette vallée est exposée au midi d'une chaîne élevée. La rivière a son cours de l'Est à l'Ouest et au Sud. Le sol est argilo-calcaire.

3°. *Les vallées de Souliers et de Péas* sont dirigées du Nord au Sud, et arrosées par deux ruisseaux qui viennent des neiges perpétuelles

---

(1) On ne cite encore que deux naturalistes qui aient parcouru ce pays âpre et sauvage, mais aussi intéressant que les environs du Mont-Blanc. Guérin, et avant lui Villars, ont visité les magnifiques pâturages de ces contrées, et en ont rapporté plusieurs plantes nouvelles. Ils ont déterminé la hauteur des cols, mais ils n'ont pu s'élever sur les plus hautes montagnes, qui sont inaccessibles.

du Bouchier, et qui après s'être réunis sous le camp de Catinat, se jettent dans le Guil sous Château-Queyras. Le sol de ces vallées est un sable fin avec des galets primitifs mélangés de calcaire et d'argile schisteuse décomposée. Leur longueur est de 11 kilomètres, et leur direction du Nord-Ouest au Sud-Est.

4°. *La vallée d'Arvioux*, dirigée du Nord au Sud, renferme un ruisseau impétueux qui descend du rocher de l'Aiguille et du col Isoard. Les montagnes qui sont au haut de cette vallée sont d'origine primordiales; on y trouve des roches pétro-siliceuses, des granites, des traps et des variolites. En descendant vers Arvioux, on trouve les argiles et les calcaires, dont la décomposition a formé le sol fertile de ce joli bassin.

5°. *La vallée de Molines* est dirigée du Sud-Est au Nord-Ouest. Elle est arrosée par l'*Aigue-Blanche*, qui a ses sources au col d'Agnel, sous la croix de Chamoussière. Cette vallée est encaissée dans des montagnes primitives, au pied desquelles sont des agrégats à fragmens primitifs, des roches feld-spathiques décomposées et passées à l'état de pétunze-kaolin, des argiles et des amas de chaux sulfatée. Le sol est léger, fertile, et composé du détritifs de ces substances. On trouve des calcaires primitifs dans cette vallée. Ils varient par la finesse de la pâte et les dimensions de leurs parties cristallines. Quelques-uns sont à grandes facettes, mais le plus souvent ils sont à grains fins et stéatiteux.

6°. *Le bassin de Saint-Véran* est dirigé du Sud-Est au Nord-Ouest. Il renferme un ruisseau



appelé également l'*Aigue-Blanche*, qui a ses sources au pied du pic de la Nière, près du col Saint-Véran. Le nom d'*Aigue-Blanche*, donné à ces deux torrens, provient des terres blanches argileuses qu'ils entraînent avec eux. Ce bassin est comme le premier, argileux, calcaire et sableux, il contient des masses de talc et de pierre ollaire, près du pic de la Nièvre et au col Saint-Véran, il reçoit des eaux surchargées de chaux sulfatée par les trois Rious qui descendent des amas de chaux sulfatée des rocs gypsiens et du bâl sur sa rive gauche. Ces amas contiennent beaucoup de soufre. Les habitans de Saint-Véran ont depuis long-tems cultivé chez eux, une petite branche d'industrie manufacturière, qui mériterait des encouragemens; la pureté des pierres ollaires les a engagés à la travailler et à en faire des vases, des poëles, des marmites, etc. Si le travail était plus soigné, le commerce de ces vases, qui sont d'un très-bon usage, pourrait s'étendre davantage, et d'autant plus même que la disette du bois et la mauvaise qualité de la houille (sèche), ne laissent aucun espoir d'employer les précieux amas de kaolin qui se trouvent dans ce pays.

7°. *La vallée de Ceillac* est arrosée par le Mélézen, qui reçoit les eaux du Cristillon, au-dessous du village de Ceillac. Ces deux ruisseaux se dirigent du Sud-Est au Nord-Ouest. Ils sont encaissés dans des roches intermédiaires et secondaires. Le sol est un détritius de roches argileuses et de calcaire, avec un gravier provenant de la décomposition des agrégats à fragmens primitifs. On connaît des mines de plomb

anciennement exploitées dans ces vallées; le manque de bois ne laisse aucun espoir sur la remise en exploitation de ces mines, dont plusieurs sont même assez abondantes.

8°. *La vallée des Creus ou de Guillestre*, qui prend son origine au lac de l'Etoile, au revers du col du lac des Neuf-Douleurs, et près de celui de la Valonnière, est encaissée dans le calcaire et les schistes argileux. Le ruisseau de Rioubel, dirigé du Sud-Est au Nord-Ouest, dépose un limon gras, argilo-calcaire, mais le plus souvent pierreux.

9°. *Le bassin de Vars*, renommé par la beauté de ses pâturages, a son origine au col de Vars, où le ruisseau de Chagne prend sa source. Cette vallée est encaissée entre des montagnes intermédiaires et secondaires. Parmi les premières on distingue celle de la Fée, qui sépare cette vallée de celle du Rioubel. Les pâturages du col de Vars sont sur des terres légères, et dans quelques parties sur des terres argilo-calcaires. En suivant le cours de la Chagne, on trouve des grès micacés, des schistes argileux, de la houille sèche, de la chaux sulfatée, et des tufs dont la décomposition a formé un terrain fertile, mais trop souvent mélangé d'argile.

*Le Guil* recevant dans son cours les eaux des neuf vallées ci-dessus, et de plusieurs autres peu importantes qui n'en diffèrent que très-peu, apporte à la Durance un mélange de terres et de détritius des hautes montagnes primitives, avec les argiles des chaînes secondaires. Ces dépôts, qui se renouvellent tous les ans, forment chaque année un sol nouveau, qui est même d'autant plus fertile, qu'il est naturellement sur-

chargé de parties végétales, entraînés des nombreux pâturages et des forêts de ces montagnes.

La Durance, depuis sa réunion à la Clarée jusqu'à la Rousine sur sa rive droite, et depuis le Servières jusqu'au Boscodon, sur sa rive gauche, reçoit successivement les délaissées des torrens qui descendent des montagnes de l'une ou l'autre rive. Quelques-uns de ces torrens, à leur confluent, portent, il est vrai, quelquefois préjudice au sol naturellement fécond de la Durance, mais lorsque les eaux de celle-ci ont de nouveau élaboré et charrié ou mêlé leurs attérissemens avec ceux qu'elles entraînaient déjà, elles forment des dépôts fertiles et précieux, qui dans quelques endroits permettent de comparer cette vallée et ses produits à la riche vallée de l'Isère ou du Graisivaudan, et à ses belles productions.

Tels sont, 1°. les plateaux du grand Villars et de Prelles, sous Briançon, et avant la Roche-Baron, où fut autrefois la grande cataracte qui retenait les eaux de la Durance, formant alors un grand lac de toute cette étendue, où nous retrouvons les limons précieux de la Guisanne et de Servières, fondus en une terre légère, sableuse et fertile, mêlée dans de bonnes proportions avec l'argile et la chaux.

2°. Le bassin de l'ancien lac, qui s'étendait depuis la Roche-Baron, sous Queyrières, jusqu'aux digues du confluent de la Gironde et de la Durance, où cette rivière est aujourd'hui profondément encaissée dans des montagnes calcaires. Le fond de ce bassin est gras et fertile; il offre une riche culture. Le déversoir de

ce lac ou ses cataractes, se reconnaissent encore près du Pertuis-Rostan, où on prétend reconnaître le chemin fait par Annibal au moyen du feu. Le Pertuis-Rostan rappelle encore plusieurs époques remarquables dans l'histoire. Une grotte voisine, dans des couches calcaires contournées, était dédiée à César, comme l'indiquait une inscription sur la porte de cette caverne. Une longue muraille flanquée de tours nombreuses, s'étendait de l'une à l'autre montagne et barrait toute la vallée. On ignore l'époque de la construction de cette muraille.

3°. Le fond de l'Argentières, au confluent de l'Alp-Martin et de la Durance, terre grasse, fertile et mêlée de sable, dans de bonnes proportions.

4°. Les bassins de la Roche et de Saint-Crépin, sur-Embrun, qui se trouvèrent placés dans un lac qui s'étendait jusqu'au-delà de Saint-Clement, aux confins de la Coulaure et de Rioupare, recevant l'écoulement de la Biaissee, de la Coular, du Guil et de toutes les autres rivières que j'ai nommées successivement. Le grand lac dont on retrouve encore des vestiges, a laissé dans toute son ancienne étendue, un dépôt de sable et d'argile qui recouvre des amas de galets et de graviers que la Durance ne retourne que trop fréquemment dans ses crues et dans ses changemens de lit. Quelques parties de ce grand et riche bassin sont encore marécageuses; les rochers et les amas de galets ou de graviers que roulent les torrens, dans ce lit de la Durance, obstruent quelques parties de son cours; il serait facile de reconquérir des terrains immenses que cette rivière a enlevés; et

beaucoup d'autres qu'elle menace, si on redressait son cours, et si les habitans plus actifs élevaient des digues contre les torrens voisins.

5°. Depuis cette dernière digue et le confluent de la Rabious, nous voyons la Durance entrer dans une large vallée, où sont les belles prairies d'Embrun, les riches vergers de Barattier et des Crottes, les cultures, les champs et les vignes de Savines; dans ce magnifique bassin et sous un climat doux et tempéré, nous retrouvons la fertilité de la vallée de Graisivaudan, et un tableau vrai ou peu flatté des belles plaines de la Provence. Le sol de ce bassin est un mélange intime d'argile, de terre calcaire, de silice, et de toutes les substances que tant de torrens ont arrachées, roulées et broyées dans leurs eaux, depuis les cimes les plus élevées. La nature avait tout prodigué; les habitans ont joui aveuglément de ses faveurs; ils se sont endormis au milieu de ses dons; ingrats, ils ont porté inconsidérément la hache et le feu dans les forêts qui ombrageaient les montagnes escarpées, la source ignorée de leurs richesses; bientôt ces pics décharnés ont été ravagés par les eaux; les torrens se sont gonflés; ils sont tombés avec fureur sur les plaines; ils ont coupé, arraché et miné leurs bases. Des terrains immenses ont été enlevés, d'autres ont été engravés, ceux-ci sont recouverts de rochers, ceux-là n'offrent plus qu'un gravier stérile; les ravages continuent; on n'oppose aucun obstacle à leur furie; bientôt Crevous, Boscodon, Savines, et tous les torrens, auront anéanti ce magnifique bassin, qui naguères pouvait être com-

paré à tout ce que nos plus riches contrées possèdent de plus fertile et de mieux cultivé!

Après être sortie du Département et à son extrémité Sud-Ouest, la Durance (sous les murs de Sisteron, première ville des Basses-Alpes) reçoit les eaux du bassin du Buech, que nous allons examiner.

### III. Bassin du Buech.

Le bassin du Buech comprend deux vallées principales, arrosées chacune par un Buech différent, que nous désignerons sous le nom *d'oriental* et *d'occidental*.

1°. *Le Buech oriental* court du Nord au Sud, ensuite du Nord-Est au Sud-Ouest, sur une longueur de 48 kilomètres. Il remonte jusqu'à la montagne de Chareuse, près de Gap, dans un pays de calcaire compacte, dont les bases sont recouvertes par des schistes argileux, et ensuite par de grands amas de galets liés entre eux par un ciment siliceo-quartzeux, mais qui le plus souvent font place à des schistes noirs argileux plus ou moins altérés. Dans quelques parties de ce grand bassin, et près du confluent de la Bécous, torrent qui se jette dans le Buech, près de Mont-Maur, on trouve sur les pentes des montagnes calcaires, des terres argileuses, blanches, jaunes, vertes et rouges. Au-dessous de Veynes, tout le bassin est encaissé dans des argiles schisteuses décomposées. Il est facile de presumer, d'après cet aperçu, quelle peut être la nature du sol de la vallée. Vers sa partie supérieure, on trouve des terrains argilo-calcaires; plus bas, autour du village de la Roche,

ce sont des terres légères, sableuses, mélangées de calcaire et d'argile, en dépôts plus ou moins épais, qui recouvrent des délaissées de galets. Près de Mont-Maur, et de là à Veynes, les terres sont plus fortes, grasses, argileuses, et souvent mélangées de fragmens de pierres arrachées des pentes des montagnes voisines. En approchant enfin du confluent des deux Buech, le fond de la vallée est aujourd'hui de sable calcaire. Quelques parties sont entièrement argileuses, grasses et fortes. Les deux ruisseaux principaux, qui se jettent dans le Buech oriental, sont, 1°. la Béous de Mont-Maur, qui forme un petit bassin dans un pays calcaire (1); et 2°. la Malaise ou Maraise, qui descend des montagnes calcaires de Saint-Auban, mais qui coule dans un bassin argileux. Ses dépôts, au fond de la vallée, est une terre argileuse, quelquefois un peu sableuse, qui recouvre des graviers calcaires. La Malaise n'a de longueur que 15 kilomètres. Elle se dirige du Sud-Est au Nord-Ouest, et ensuite du Nord-Est au Sud-Ouest.

2°. *Le Buech occidental* ou *grand Buech*, a ses sources sur le col de la Croix-Haute, dans la Commune de Lus, qui est du Département de la Drôme. Ce col est calcaire comme toutes les chaînes qui l'avoisinent; mais dans les vallées intermédiaires, on trouve des grès micacés et des argiles; en descendant le cours de cette rivière, on trouve des chaînes de calcaire compacte, dont les bases sont recouvertes de couches

(1) Nous aurons lieu de parler de la vallée de la Béous, en examinant les gisemens de houille ligniforme qui se trouvent dans les dépôts de galets de l'une et l'autre rive.

argilo-calcaires marneuses, et plus bas des collines de pouding à ciment siliceo-calcaire, qui se prolongent sur sa rive gauche, jusqu'à son confluent avec le Buech oriental. Le lit de cette vallée est d'abord une argile grise, mêlée de parties sableuses et calcaires qui recouvrent des graviers calcaires. Plus bas on trouve des terres légères et sableuses provenant du détritit des pouding siliceo-calcaires. C'est dans ces terres fertiles et précieuses, aux environs d'Aspres, qu'on voit les plus belles cultures: le Buech aurait besoin d'être digué dans cette partie, car souvent il entraîne les limons précieux qu'il avait antérieurement déposés, et découvre des grèves stériles de graviers calcaires. Près d'Aspremont on trouve des fonds argileux rougeâtres, mélangés de fragmens calcaires.

Les principales vallées qui affluent dans le bassin du Buech, sont:

1°. Le désert de la Chartreuse de Durbon, dont le sol est argileux, gras et fertile, mais dans un pays très-froid. La conservation de la belle forêt de Durbon nous permet d'espérer la remise en exploitation des mines de fer de ce désert, et la reconstruction de ses anciennes usines.

2°. Le ruisseau d'Aiguebelle, qui roule sur des terres calcaires et argileuses.

3°. Le Rif d'Agnielle, qui arrose des terres calcaires.

4°. La Chauranne, qui vient du col de Cabre. Elle traverse des pays argileux, et court du Nord-Ouest au Sud-Est, sur une longueur de 17 kilomètres. C'est dans cette vallée qu'on a

récemment ouvert la grande route de Valence à Turin.

5°. L'Aiguebelle, qui arrose la vallée de la Pierre et de Sygotiers, coule dans un pays argileux, composé de schistes marneux en grande partie décomposés. Cette vallée, qui est calcaire à son origine, n'est ensuite que de l'argile dans tout son cours. On a autrefois exploité des mines de plomb très-riches dans cette vallée; elles m'ont donné lieu de faire de nombreuses recherches. Les bois sont malheureusement détruits dans toute la contrée.

Les deux Buech et les eaux qui y affluent de toutes ces vallées, formèrent autrefois un grand lac, dont les cataractes se trouvaient près du confluent, au-dessus de la ville de Sèvres, au lieu dit *le pas de la ruelle*, comme il est encore aisé de s'en assurer par les parties usées et arrondies de l'un et l'autre rocher, qui ont été sillonnés plus ou moins profondément. Ce lac, depuis l'abaissement de ses eaux et de son entier dessèchement, s'est reformé à diverses époques, par des rochers tombés dans le lit étroit et resserré du Buech; ces rochers ont obstrué le cours de ses eaux, qui dès-lors se sont amoncélées et ont couvert tout le pays. C'est à la formation de ces différens cols qu'il faut reporter l'origine et la composition des plateaux qui se voient à diverses hauteurs dans les deux bassins du Buech, et dont le sol est d'autant plus pur et plus fertile, qu'ils sont plus élevés. Les plateaux élevés sont des dépôts gras et argileux mêlés de parties calcaires. Ceux inférieurs sont plus sablonneux; ils contiennent davantage de graviers, et les plus bas enfin sont des atté-

rissemens de galets plus ou moins volumineux. C'est encore à la formation de l'un de ces lacs qu'est dû ce long oubli dans lequel sont si long-tems restées ensevelies les ruines intéressantes de la ville romaine de Mons-Seleucus, aujourd'hui la Bâtie Mons-Saléon, au confluent du Buech oriental et de la Malaise, ville qui a été reconnue et déterrée dans le cours de l'an XII, et dont nous faisons présentement imprimer la description.

Au-dessous de Sèvres, et avant la réunion du Buech et de la Durance, près de Sisteron, nous trouvons encore sur la rive droite plusieurs vallées importantes, telles que,

1°. *La vallée de la Blême*, qui dirigée de l'Ouest à l'Est, a plus de 8000 mètres de longueur; ce ruisseau qui passe dans un pays calcaire et argileux, offre un excellent fond qui est argilo-calcaire. Cette vallée a encore formé un lac long et étroit, dont l'issue se trouvait au défilé de la gorge, près de Serre, dans un endroit sauvage et pittoresque. Les grands dépôts argileux des rives de la Blême, renferment de la houille d'excellente qualité, mais malheureusement trop peu abondante. C'est dans cette même vallée qu'a été ouverte la grande route d'Espagne en Italie, par le Pont-Saint-Esprit.

2°. *La vallée de la Bluisanne*, ruisseau qui a ses sources dans des montagnes de formation intermédiaire et calcaire, et qui arrose dans un cours de 7000 mètres un terrain argilo-calcaire, sableux, et par fois pierreux. Elle commence au Mont-Jay, et se jette dans le Buech, près de Lagrand. Sa direction est de l'Est à

l'Ouest. Cette vallée a des mines de plomb, d'antimoine et de houille.

3°. *Le ruisseau de Soyans* a ses sources dans les montagnes de l'arrondissement de Nyons, Département de la Drôme. Le cours du Soyans, qui est de plus de 15000 mètres, traverse des montagnes intermédiaires et de trapps secondaires, riches en mine de plomb, mais recouvertes par des dépôts argileux. Ce bassin est entouré de montagnes calcaires.

4°. *La Meauge* est une rivière qui remonte jusqu'au-delà des montagnes de la Chaulps, dans le Département de la Drôme, au pays schisteux de Mérouillon. Elle se dirige de l'Ouest à l'Est, dans une longueur de plus de 18000 mètres, circonscrite au Nord et au Sud par de hautes chaînes calcaires, mélangées de schistes et de grès décomposés, qui forment par leur altération un sol léger dans quelques parties, argileux dans quelques autres, mais souvent trop pierreux.

Sur la rive gauche sont, 1°. la Channes, qui a ses sources dans un pays entièrement argileux, formé de schistes argilo-calcaires qui couvrent les bases de quelques grandes chaînes calcaires. Les schistes de cette vallée renferment des gîtes de houille peu abondans, disposés par *filons* irréguliers. On n'observe aucune couche dans cette houille, qui a d'ailleurs une grande analogie avec le jayet.

2°. La vallée de Lazer, dirigée du Nord au Sud, remonte jusqu'à Laujubeau, entre les grandes chaînes calcaires de la Faye et de Laup, où on trouve des roches intermédiaires et des schistes calcaires plus ou moins argileux, dont  
la

la majeure partie est en pleine décomposition, et forme dans cette vallée un sol argilo-calcaire, qui dans quelques vallées est mélangé de sable et de galets roulés, et dans quelques autres de grès, de schistes argilo-ferrugineux et de chaux sulfatée. C'est dans cette vallée que sont les mines de plomb de Lazer, Arzeliers, Ventayon, Larague, dont l'exploitation pourrait être suivie avec succès si les bois étaient plus abondans.

*Le bassin du Buech*, après avoir reçu toutes les eaux de ces divers torrens, débouche dans celui de la Durance à Sisteron. L'étendue de cette rivière est de plus de 70000 mètres en longueur. La nature de son sol est en général moins variée que celle du bassin de la Durance. On n'y trouve point de terrains d'origine primordiale, mais le mélange plus ou moins intime des détritits de différentes pierres et terres qui constituent les chaînes qui limitent ce bassin, forme alternativement des terres grasses, fertiles, légères, sablonneuses, caillouteuses, et souvent ces diverses variétés, mêlées dans une petite vallée ou dans une grande partie du grand bassin, donne la faculté de pouvoir y tenter toute espèce de culture.

#### IV. Bassin du Drac.

Le Drac traverse la partie septentrionale du Département des Hautes-Alpes, de l'Est à l'Ouest, et porte ses eaux dans le Département de l'Isère, après avoir reçu un très-grand nombre de rivières et de torrens. Le Drac, proprement dit, depuis ses sources dans

les montagnes primitives du Pinier, du Tuna et de Muriret, au-dessus d'Ourcières, jusqu'à Corps, où il sort du Département, a plus de 50000 mètres de longueur. Il traverse successivement des roches de cornes, des traps, des schistes, des calcaires, des grès et des argiles, qui recouvrent quelques masses granitiques et amphiboliques ou de gneis qu'on retrouve à différentes hauteurs. Je parlerai plus bas de la nature de son sol. Les rivières les plus remarquables que reçoit le Drac, sont :

1°. *Le Drac de Champoléon*, dont les sources remontent jusqu'aux monts Chirac, de l'Ours et de Chaillot-le-Vieux, dans les granites, les roches feld-spathiques et micacées, les cornéennes et les argilenses intermédiaires. Son cours, dirigé du Nord au Sud, est de près de 15000 mètres. Son bassin offre de beaux pâturages dans les chaînes primitives; au-dessous on trouve un terrain composé de substances primitives altérées et mêlées avec des argiles. C'est dans cette vallée intéressante que le Chevalier de Hamanon, compagnon de l'infortuné Lapeyrouse, crut reconnaître des substances volcaniques, qui n'étaient que des cornéennes amigdaloides, dont les noyaux calcaires décomposés, en laissant des alvéoles vides, donnaient à la pierre de corne, naturellement rouge ou brune, un faux aspect de laves poreuses et scorifiées. Nous parlerons souvent de cette vallée, à l'article des mines de plomb et de cuivre. Quelques filons se montrent de la manière la plus avantageuse; mais la destruction des bois s'oppose à leur exploitation.

2°. *La vallée d'Annelles*, arrosée par la

Roanne, qui coule de l'Est à l'Ouest, et se réunit au Drac, sur sa rive gauche, après un cours de 60000 mètres, à son origine, au pied de la chaîne des Barthes, entre le Fleuran et l'Autane, dans un pays de formation secondaire et calcaire, dont les plateaux inférieurs sont composés d'argile schisteuse, qui constituent le sol de cette vallée, avec quelques grès décomposés qu'on trouve à différentes hauteurs. La nature du terrain est une argile sableuse, avec des parties calcaires.

3°. *La Sevrissette* arrose une vallée de 10000 mètres de longueur, qui remonte aux montagnes granitiques de l'Ours et du petit Chaillot; cette rivière tombe sur la rive droite du Drac, au-dessous de Saint-Bonnet, en y apportant un mélange de sables qui proviennent des granites des calcaires primitifs et des cornécunes. Ces sables se mêlent ensuite aux argiles et aux grès secondaires qui sont à l'extrémité du bassin de la Sevrissette. Le sol de cette vallée est un sable avec parties argileuses et calcaires. On trouve dans ses montagnes de très-belles roches granitiques et des marbres, dont l'exploitation pourrait se faire avec avantage, si les moyens de transport étaient moins coûteux. Parmi ces marbres qui sont très-variés, on en voit qui contiennent des granites, des stéatites, des lames de fer oligistes, etc. etc.

4°. *La vallée de la Sevraisse* est dirigée de l'Est à l'Ouest, et se tournant ensuite au Sud-Est, rejoint la rive droite du Drac au pont de la Trinité. Ce bassin, appelé *le Valdogmar*, vient des montagnes granitiques d'Olan, de l'Ours, et de Bonvoisin. La Sevraisse, qui a près

de 25000 mètres de longueur, coule sur un sable quartzueux micacé et un peu calcaire, dans la majeure partie de son cours. Quelques montagnes de schistes argileux décomposés, se joignent ensuite par les ruisseaux qui les déchirent, au sol et aux dépôts de la Sevraine. La partie inférieure de son cours est encaissée dans des argiles glaiseuses et coulantes qui nuisent à la fertilité de son sol. Les plateaux voisins sont composés d'un sable fin ou détritiques de roches primitives et de galets, qui ne présentèrent long-tems que des grèves stériles, mais qui offrent aujourd'hui le sol le plus fertile, et une culture bien entendue, depuis l'ouverture d'un canal de plus de trois myriamètres d'étendue, par les soins de M. Deskerbaye, dont il porte le nom. Cette vallée, qui n'est séparée de celle de l'Oisans que par les montagnes d'Olan et de l'Ours, offre des mines très-riches en plomb et en cuivre. On y cite plusieurs filons qui contiennent de l'or. La destruction des forêts sera toujours un grand obstacle à la reprise des travaux de ces mines, dont plusieurs ont été autrefois en grande exploitation. Les houillères voisines qu'on s'occupe de reconnaître, ne donnent aucun espoir sur l'emploi de la houille à la fonte des métaux, parce qu'elles sont toutes de qualité sèche.

Ces quatre vallées principales, dont les eaux charrient au Drac toutes les terres qu'elles entraînent, devraient y former des limons précieux; mais les rives du Drac, qui dans les quatre cinquièmes de son cours, sont composées d'argile glaiseuse, altèrent journellement la nature de ces dépôts, et n'en font qu'un sol

maigre et ingrat. Quelques plateaux sont, il est vrai, d'une grande fertilité; mais leur formation remonte au tems où les eaux de tout ce vaste bassin étaient retenues par une digue naturelle, au-dessous d'Alpres-les-Corps, au lieu dit *le Sault-du-Loup*, près le pont Bernard. Cette rivière y est encore profondément encaissée entre deux roches primitives qui sont des gneis, des amphiboles et des cornéennes, recouvertes de calcaire compacte.

#### V. Bassin de la Soulonaze.

Cette rivière, qui arrose le Dévolny, a ses sources dans la grande chaîne calcaire, qui s'étend depuis le col de Rabon jusqu'à Lauzon. Elle se divise en plusieurs branches, dont la principale a environ 18000 mètres de longueur, et se dirige du Sud au Nord. Le pays qu'elle arrose est généralement calcaire; dans quelques parties, on trouve des schistes argileux et des grès de houillère. Le sol de ce bassin est argilo-calcaire. Cette rivière se jette dans le Drac, au-dessous de Corps, et sur la rive gauche. Les montagnes qui circonscrivent ce bassin, sont de calcaire compacte et très-élevées; l'une d'elles entre autres, appelée *l'Obious*, a plus de 3600 mètres au-dessus de la mer, d'où les marins l'aperçoivent avant d'entrer dans les ports de Marseille et de Toulon.



VI. *Bassin de la Romanche.*

La Romanche, si intéressante par son cours, et par les nombreuses richesses minérales que renferment les montagnes qui circonscrivent sa vallée, a ses sources sous les glaciers des arsinés du Villars d'Arène et de la Grave, au Sud, et sous la chaîne des trois Ellions, qui au Nord sépare la Maurienne du canton de l'Oisans. Les premières sont dans le terrain primitif, composé de granites et de roches quartzéuses ou micacées, qui ont formé dans leur bassin un sol sableux, léger, mais froid par son exposition au Nord. Les secondes sortent d'une chaîne primitive, mais qui est entièrement recouverte de masses calcaires et d'argiles glaiseuses ou schisteuses, qui mêlées avec le détritius des montagnes primordiales, forment un sol fertile et gras sans être compacte. Le sol du Villars d'Arène est plus fort que celui de la Grave, et quelques parties sont aussi plus sableuses ou pierreuses. Cette rivière, après un cours de 6000 mètres, entre dans le Département de l'Isère, où elle se jette dans le Drac, sous Vizille. Ces deux Communes ont des mines de plomb très-riches, qui sont exploitées avec le plus grand avantage pour la couverte de la poterie. Les mêmes sont situées sous les glaciers, comme on le verra à l'article des mines de plomb.

VII. *Bassin de l'Aignes.*

La rivière de l'Aignes prend ses sources dans les montagnes de Sorbière, à l'Ouest du Département, d'où elle s'écoule dans celui de la Drôme. Son bassin, appelé *vallée de Rozans*, dirigé de l'Est à l'Ouest, a plus de 12000 mètres de largeur. Il est encaissé entre de hautes chaînes calcaires, dont les bases sont recouvertes de schistes marneux, de glaise, de grès et de sable. Le sol de cette vallée est un mélange d'argile et de sable.

Cette rivière reçoit la Lidane, qui vient du Nord-Est, et lui apporte des sables quartzéux micacés, mêlés de calcaires argileux.

VIII. *Bassin de l'Oulle.*

La rivière d'Oulle ou de Montmorin, arrose une jolie vallée, qui remonte jusqu'au col de l'Épine, et après un cours de 6000 mètres environ, se jette dans le Dion. L'encaissement de ce bassin est calcaire, et son sol est composé de la destruction des masses argileuses décomposées que l'Oulle traverse.

Indépendamment de ces différens bassins, il en existe encore quelques autres, mais moins remarquables, et dont la nature est la même que celle des bassins voisins, tels que celui

argilo-calcaire de roche brune, sur la Durance, qui est enclavé dans les Basses-Alpes; celui de Ribion, sur le Buech, qui est semblable à celui du torrent de Meuge, et quelques autres peu dignes d'être cités.

---



---

## MÉTHODE USITÉE EN SUÈDE

*Pour sécher et chauffer un haut fourneau avant de commencer un fondage.*

Extrait du Traité de M. GARNEY sur les Hauts Fourneaux.

Par M. DAUBUISSON (1).

L'ORDONNANCE de 1766, relative aux fonderies de fer, enjoint expressément, *de ne pas mettre les soufflets en mouvement, lorsqu'on met un fourneau en feu, avant que le fourneau n'ait été suffisamment chauffé*; et elle recommande au maître fondeur de prendre encore plus de précautions à cet égard, lorsque les parois sont nouvellement faites (§. 3.)

Exposons en peu de mots ce qui se pratiquait autrefois à cet égard. Lorsque les parois avaient

---

(1) Dans les usines à fer de France que j'ai été à même de voir, lorsqu'on veut sécher, ou comme on dit, dans certains départemens, *griller un haut fourneau*, on commence par brûler du bois devant l'ouverture de la timpe sous l'embrasure de devant: la flamme, la chaleur et la fumée, qui entrent dans le fourneau et le traversent, commencent à en sécher et chauffer les parois, ensuite l'on fait un peu de feu dans l'ouvrage; enfin on remplit entièrement le fourneau de charbon que l'on allume par le bas: il s'établit bientôt un fort courant d'air par l'ouverture de la timpe et celle de la tuyère; ce courant entretient et anime la combustion. On laisse ainsi brûler le charbon; à mesure qu'il baisse dans le fourneau on en met de nouveau; et cela dure ainsi quatre ou cinq jours avant qu'on mette les soufflets en jeu: pendant tout ce tems on laisse ouvert le trou de la tuyère.

déjà servi et qu'on voulait mettre en feu, on commençait par remplir en entier le fourneau de charbon, qu'on allumait ensuite par le bas : à mesure que le charbon baissait, on en ajoutait de nouveau, et à la septième charge (1) qu'on ajoutait ainsi, on commençait par mettre un peu de minerai. On continuait à charger

et même le devant de la timpe en totalité ou en partie. Dans cette méthode, la combustion est beaucoup trop rapide et animée ; la chaleur attaque trop brusquement les pierres de l'ouvrage, et même des parois, lorsque celles-ci n'ont pas servi ; elle les exfolie, les dégrade, et le fondage ne peut plus être ensuite que de courte durée, à moins que les pierres ne soient d'une qualité particulière, et le travail devient plus difficile à diriger. Dans la méthode suédoise que nous allons décrire, le fourneau se sèche et se chauffe d'une manière beaucoup plus graduée et plus uniforme ; les pierres de l'ouvrage et des parois sont moins dégradées, et l'on consume bien moins de charbon. Ainsi nous avons cru rendre un vrai service aux maîtres de forge en la leur faisant connaître, avec assez de détail, pour les mettre à même de pouvoir l'exécuter dans leurs fourneaux : nous la proposons avec d'autant plus de confiance, que les maîtres de forge à qui nous en avons parlé, ont été frappés de ses avantages, et de la facilité de l'exécution. Cette méthode est indiquée comme nouvelle dans le *Traité de Ferro de Swedemborn*, page 21 de la traduction française, (*Arts et Métiers* folio, *Art des forges*, sect. 4<sup>e</sup>.) ; mais elle n'est que superficiellement et même imparfaitement décrite ; nous la donnons ici à-peu-près telle qu'elle se trouve dans l'excellent ouvrage sur la *Construction et la conduite des Hauts Fourneaux*, par M. Garney, directeur-général des hauts fourneaux de la Suède.

(1) La charge de charbon en Suède, contient 1,758 mètres cubes ( $51 \frac{1}{2}$  pieds cubes) : il en faut environ 13 pour remplir un fourneau de capacité ordinaire. Un pareil fourneau a en Suède 7,5 mètres ( $29 \frac{1}{2}$  pi.) de haut ; 2,22 mètres de diamètre au-dessus des étalages, et 1,39 m. au gueulard.

en augmentant peu-à-peu le minerai, et lorsque celui-ci était parvenu à la hauteur de la tuyère, on mettait les soufflets en mouvement ; mais alors les parois de l'ouvrage et de la cheminée étaient si peu chauds, sur-tout lorsque le fourneau était resté découvert entre deux fondages, ou que le corps du fourneau était pénétré d'humidité, que le minerai qui descendait le premier ne pouvait pas bien se fondre, et qu'il s'écoulait deux fois plus de tems avant qu'on pût charger à pleines charges, que si le fourneau eût été préalablement bien chauffé. Le travail allait encore plus mal et plus lentement, lorsqu'on avait à faire à un fourneau dont les parois étaient nouvellement construites : non-seulement l'humidité était alors plus considérable, mais encore le mortier qui se trouvait sur les parois, et même dans les interstices entre les pierres, se fondait, il descendait avec le premier minerai qu'on avait mis, et le tout ensemble se collait contre les parois de l'ouvrage, sous la forme d'une masse demi-fondue, et l'on était continuellement obligé d'employer le ringard pour le détacher. Il arrivait de là que souvent on n'obtenait pas de fonte, malgré la quantité de charbon que l'on consommait, et en outre on endommageait l'ouvrage, quelquefois au point qu'on ne pouvait plus faire qu'un mauvais fondage, et qu'on était forcé de *mettre hors* beaucoup plutôt qu'on ne devait s'y attendre. On voit par-là combien les commencemens d'un fondage exigent de précautions, et quel soin il faut mettre à chauffer convenablement les four-

neaux. Nous allons détailler ce qui doit être observé à cet égard.

I. Avant de commencer le feu, il faut entrer dans l'intérieur du fourneau, voir si l'ouvrage et les parois sont bien en ordre. Si les parois étaient nouvellement bâties, et que le mortier des jointures ou de petites pierres se fussent portés au dehors, il faudrait les enlever pour prévenir les accidens qu'ils pourraient occasionner. Si les parois avaient déjà servi, mais qu'elles fussent recouvertes d'une croûte de laitier ou de crasses, il faudrait les nettoyer; autrement ces crasses occasionneraient, dans le commencement du fondage, un laitier très-impur; elles altéreraient la qualité de la fonte, et pourraient même forcer à mettre hors dès les commencemens.

II. On bouche ensuite le trou de la tuyère. A cet effet, on y enfonce un gros tampon fait avec de la glaise très-pure, mêlée de beaucoup de sable à gros grains; on l'introduit par dehors et on le foule fortement: en même-tems, le garde-fourneau, qui est dans l'intérieur, le bat de son côté, et fait ensorte qu'il affleure les bords du trou de la tuyère. Si le tampon contenait trop de glaise, il se contracterait trop en se desséchant, il se crevasserait même; l'air s'introduirait par ces crevasses, et il se formerait un courant pendant qu'on chauffe le fourneau; c'est sur-tout ce qu'il faut tâcher d'éviter: en outre, le tampon peut alors se durcir au point qu'on ne saurait l'enlever sans endommager les parois du trou, lorsqu'il faut introduire les buses des soufflets. D'un autre

côté, si le sable est en excès, le tampon ne se contracte pas, il est vrai; mais il a peu de consistance, il s'égrène, et bientôt il s'introduit un courant d'air. Lorsque l'argile qu'on emploie est grasse, on peut la mêler avec trois fois autant de sable: si elle est maigre, on en met moins: mais dans tous les cas, il est absolument nécessaire que la pâte soit bien travaillée.

Dans quelques endroits, on ne bouche le trou de la tuyère que lorsque le charbon est déjà bien allumé dans sa partie inférieure. On a pour objet de faciliter, en commençant, l'inflammation du charbon, en ménageant ainsi un double courant d'air, celui par l'ouverture de la timpe, et celui par la tuyère. Mais l'expérience m'a appris, dit M. Garney, que cette méthode était très-préjudiciable: elle produit beaucoup trop de chaleur au premier moment, et comme alors les pierres de l'ouvrage sont froides et pénétrées d'humidité, elles courent risque de s'exfolier et même de se crevasser: les pierres de grès et les pierres calcaires sont sur-tout sujettes à cet accident. La tuyère est, en outre, plus difficile à boucher; et l'on ne peut faire que le tampon affleure exactement l'orifice du trou, ce qui est cependant nécessaire; car s'il n'atteint pas les bords, il reste un creux à l'orifice, les charbons s'y logent, et y produisent une chaleur capable d'opérer un commencement de fusion et de coller le tampon aux parois du trou: de même, si le tampon dépasse l'orifice et s'avance dans l'ouvrage, il est trop en prise à l'action du

feu, sur-tout dans les momens où l'on débouche l'ouverture de la timpe. On doit encore condamner la méthode usitée dans quelques fonderies, et qui consiste à boucher l'ouverture de la timpe, et à laisser la tuyère ouverte, jusqu'à ce que le charbon, dont le fourneau est rempli, soit bien allumé.

III. Cela fait, on nettoie bien l'ouvrage, et on en couvre le fond d'une couche de sable bien pur, à gros grains, et purgé de toute terre et pierre. On donne de 0,075 à 0,1 mètre (3 à 4 pouces suédois) d'épaisseur à cette couche, qui sert principalement à garantir la pierre du sol de l'action subite de la chaleur, laquelle pourrait la faire fendre : en outre, la première fonte, qui arrive dans le creuset, peut se figer sur ce sable sans inconvénient ; il n'en serait pas de même sur la pierre de sol ; et il est impossible que, dans le commencement d'un fondage, cette pierre soit assez chaude pour entretenir, sous forme fluide, la fonte qui serait en contact avec elle.

On ne peut guère donner moins de 0,075 m. d'épaisseur à la couche de sable, autrement la fonte atteindrait trop facilement la pierre du sol : d'un autre côté, si l'épaisseur excédait 0,1 mètre, il faudrait attendre trop de tems avant que la couche fût fondue, et que le fond de l'ouvrage fût entièrement net : cela n'a ordinairement lieu que le quatrième jour, si toutefois le sol est bien sec, et repose sur des voûtes : car j'ai vu, dit M. Garney, qu'il fallait attendre jusqu'à trois semaines

avant que la couche de sable fût entièrement fondue et enlevée, dans des endroits où le sol était humide.

Le sable doit être bien pur ; s'il est mêlé de terre il fond trop tôt. Il doit être encore à gros grains ; car lorsqu'il est fin, il se prend et se recouvre, dans le commencement de la fusion, d'une croûte trop épaisse. Lorsqu'il contient des pierres, il arrive quelquefois, qu'à l'arrivée de la première fonte sur sa surface vitrifiée, il se crevasse, il éclate, et que la fonte pénètre alors jusqu'à la pierre de sol.

IV. Ces dispositions préliminaires une fois faites, il faut remplir le fourneau de charbon. On commence, à cet effet, par étendre sur la couche de sable, une assise de *fumerons* ; par-dessus, on en dispose une seconde ; on en met ainsi quelques-unes, de manière à ce que les *fumerons* de chacune soient en croix sur ceux de l'assise inférieure. Les *fumerons* doivent être préférés au charbon, pour remplir la partie inférieure de l'ouvrage, parce qu'ils font que le feu prend avec plus de promptitude, et qu'on est ainsi plutôt à même de fermer l'ouverture de la timpe. Lorsqu'on est obligé de la laisser long-tems ouverte, ce qui a lieu quand on n'emploie pas de *fumerons*, il se produit d'abord dans l'ouvrage une trop grande chaleur, qui attaque et dégrade les pierres.

Les *fumerons* placés, on jette du charbon dans le fourneau jusqu'à ce qu'il soit entièrement plein. Ce charbon doit être bien sec ;

purgé de frasin et de poussier. Le charbon humide prend difficilement feu ; il ne donne pas une bonne chaleur , et est moins à même qu'un autre de produire le principal objet qu'on a en vue , celui de sécher l'ouvrage et les parois du fourneau. Le charbon , dans lequel il y a du frasin , contient de la terre et de petites pierres , qui nuisent dans les commencemens du fondage : les fumerons qui s'y trouvent se consomment promptement , sans produire une bonne chaleur. Quant au poussier , il tend à étouffer le feu , ainsi il est avantageux qu'il n'y en ait pas dans le charbon.

Lorsqu'on remplit le fourneau , il faut tenir un compte des mesures de charbons qui y sont entrées. Ce qui est nécessaire pour mettre en état de savoir le moment où le premier minerais que l'on met dans le fourneau , arrive à la tuyère ; et fait en outre connaître aux chargeurs la capacité du fourneau.

V. On se sert , pour allumer le charbon , d'une torche de bois de sapin , ou mieux encore , de charbons bien embrasés , que l'on jette sous la timpe , de manière à ce que les fumerons s'enflamment de suite , et communiquent le feu aux charbons qui remplissent l'ouvrage. Mais , afin qu'il ne se produise pas de suite un grand embrasement , lequel , en excitant un fort courant d'air et une grande chaleur , ne manquerait pas de faire fendre les pierres encore froides ; il faut se tenir tout prêt à boucher l'ouverture qui est entre la timpe et la dame. Cela se fait à l'aide d'une plaque de fonte , de  
 grandeur

grandeur convenable , qui repose sur l'arête supérieure de la dame , et qui s'appuie contre l'arête inférieure de la timpe : dès qu'elle est en place , on la recouvre de sable , de manière à interdire à l'air toute entrée dans le fourneau.

Cependant , si l'ouverture restait long-tems fermée , le feu pourroit s'éteindre ; il y est même très-disposé dans le commencement ; et comme il est très-difficile à rallumer , lorsque les fumerons du bas sont consumés , il faut être très-attentif à ce qui se passe dans le fourneau. Pour entretenir convenablement le feu , l'on s'y prend à-peu-près de la manière usitée par les charbonniers pour communiquer et graduer le feu dans leurs fourneaux : on rouvre et referme alternativement l'ouverture de la timpe , jusqu'à ce qu'on soit sûr que le feu ne peut plus s'éteindre : ce travail dure deux ou trois heures au plus. Pour le faire convenablement , il faut laisser une ouverture sur un des bords de la plaque , mais non contre les pierres de côté ( celles au-dessus des *côtières* ) , autrement le courant d'air froid les fendillerait : cette ouverture se ferme à volonté avec une petite pierre sur laquelle on met du sable. On ferme encore mieux , en se servant d'une plaque de fonte percée dans le milieu d'un trou , où l'on adapte un canon de pistolet , ou autre tuyau , ouvert par ses deux extrémités , et dont on bouche et débouche à volonté l'extrémité extérieure avec un tampon de bois : l'on produit et arrête ainsi le courant d'air , selon que l'on juge à propos.

Il faut éviter les inconvéniens qui résultent du  
 Volume 17. C c

prompt effet de la chaleur sur les pierrés de l'ouvrage, et même des parois, lorsque celles-ci servent pour la première fois, quelques personnes ont essayé d'allumer le charbon par le gueulard; de cette manière le feu se communique peu-à-peu de haut en bas. Mais l'expérience a fait voir que cette méthode n'avait aucun avantage. On consumait plus de charbon pour donner au fourneau le même degré de chaleur; on y mettait plus de tems, et malgré cela les pierres étaient presque aussi endommagées.

VI. Le charbon une fois allumé dans le bas, il ne faut pas introduire trop souvent de l'air dans le fourneau. Le feu ne doit paraître au gueulard qu'environ douze heures après qu'il a été allumé dans le bas; et pour que cela ait lieu, il suffit d'ouvrir le tuyau toutes les deux ou trois heures. Si la flamme paraissait en haut, avant le terme que nous venons d'indiquer, il serait à craindre que la chaleur n'eut été trop forte, que les pierres ne fussent endommagées, et qu'il ne résultât quelque accident lorsqu'on donnera le vent; c'est le moment où l'ébranlement se fait principalement sentir partout où il y a des fissures. Lorsque la flamme se montre pour la première fois au gueulard, pendant qu'on ouvre l'ouverture du bas pour introduire le courant d'air, on entend dans le fourneau un bruit sourd: c'est alors que les charbons commencent à rougir de tous côtés et la chaleur à pénétrer les murailles. Si les parois sont très-humides, ou que les charbons ne soient pas secs, le feu se propage très-lentement dans la masse de charbon: il

faut bien alors se garder de laisser l'ouverture du bas ouverte jusqu'au moment où la flamme paraît en haut; car on pourrait bien attendre plusieurs jours inutilement: il faut, dans ce cas, enflammer la fumée noire et épaisse qui sort du gueulard; ce qui se fait à l'aide d'une torche de pin enflammée: il se produit, dans ce moment, un phénomène singulier; la flamme prend feu comme un éclair; et l'on entend un bruissement sourd et comme une suite d'explosions qui se continuent graduellement depuis le haut du fourneau jusqu'à l'ouvrage (1).

VII. Le but qu'on se propose est de sécher et de chauffer les parois du fourneau, le plus possible, avant de mettre les soufflets en jeu: plus elles sont échauffées à cette époque, et plus le fondage est avantageux. D'un autre côté l'expérience a appris que lorsque les parois des fourneaux étaient nouvellement bâties, ou qu'on avait passé plusieurs années sans mettre le fourneau en feu, etc.; il fallait au moins trois semaines avant qu'il fût assez séché et chauffé pour commencer le fondage. Pour ne pas consumer trop de charbon, pendant ce tems, et pour tirer parti de celui qu'on consume, on couvre le fourneau: ce qui se fait de la manière suivante. Après que la flamme a paru au gueulard, et que toute la couche

(1) Ces explosions proviennent vraisemblablement de l'inflammation du gaz hydrogène carburé, lequel s'est formé par un effet de la décomposition de l'eau au milieu des charbons.

supérieure de charbon est bien embrasée, on la recouvre avec de nouveau charbon; on en met autant qu'il en faut pour remplir le vide, qui peut s'être fait par l'affaissement de celui qu'on avait mis d'abord. Ensuite on place, sur le gueulard, deux plaques de fonte qui joignent bien, et on lute les joints avec de la graisse. Mais afin que le feu ne s'éteigne pas, et pour ménager un petit courant d'air, on a, dans chacune des plaques, un trou d'un pouce de diamètre. Au défaut de plaques, on place sur le gueulard des barres de fer, sur lesquelles on pose des pierres que l'on joint avec du mortier, en laissant subsister un petit trou: ou mieux encore, on couvre les barres avec des branchages de sapin jusqu'à une hauteur d'environ 0,15 m. (6 pouces Suédois), et on met par-dessus du poussier mouillé; dans ce cas, il est inutile de ménager de trou dans la couverture.

VIII. En chauffant le fourneau, il faut avoir égard aux observations suivantes.

(a) Nous avons dit qu'il fallait alternativement boucher et déboucher le trou qui est au bouchage de la timpe. Dans les premiers momens, après qu'on a allumé, et avant que la première humidité des pierres inférieures ne soit dissipée, les charbons ont peine à brûler, surtout dans l'ouvrage qui est la partie la plus humide: aussi dès qu'on bouche le trou, ils commencent à y noircir; cela gagne peu-à-peu; et ils s'éteindraient entièrement, si on ne rouvrait à tems l'entrée au courant d'air: ainsi

lorsque l'on s'aperçoit que l'ignition du charbon s'affaiblit dans le bas, on rouvre le trou, et dès que le feu a bien repris, on le rebouche; c'est ainsi qu'on fait le premier et le second jour. A mesure que les murs s'échauffent on ouvre moins souvent; on le fait (après le second jour) deux fois en 24 heures, et même par la suite une fois, dans le même tems, suffit, jusqu'au moment où l'on met les soufflets en jeu.

(b) Pendant tout le tems que dure ce mode de chauffage, il faut avoir soin d'ouvrir entièrement, une fois chaque 24 heures, l'ouverture qui est entre la timpe et la dame, afin de voir s'il ne serait pas tombé quelques petits moëllons ou du mortier demi-fondu dans l'ouvrage; on s'en aperçoit facilement en sondant avec le ringard: s'il y a quelque chose, on le retire et puis l'on rebouche l'ouverture.

(c) Il faut également, une fois chaque jour, introduire un ringard par les trous des plaques qui recouvrent le gueulard, afin de savoir si le charbon baisse dans le fourneau. Lorsque les parois ont déjà servi on peut laisser descendre le remplissage de deux charges, avant d'en mettre de nouvelles: mais si les parois sont neuves, ou d'une pierre très-sujette à s'éclater, alors il faut remplir de nouveau dès qu'il est descendu une seule charge: car si on laissait descendre trop bas le charbon embrasé, les bords du gueulard se refroidiraient, et l'alternative de température agirait sur les pierres, qui s'écailleraient alors: d'un autre côté, le charbon,



en exerçant une pression latérale contre les parois, retient des morceaux qui se seraient déjà détachés. Chaque fois, avant de mettre de nouveau charbon, il faut retirer avec soin tous les petits éclats de pierre qui pourraient être tombés sur la surface du remplissage lorsqu'il a baissé : il serait nuisible de laisser descendre ces éclats plus loin. Il est vrai que lorsqu'on donne le vent, la chaleur devenant alors beaucoup plus forte, produit une dilatation générale, et que tout ce qui était ébranlé se détache et tombe ; mais alors l'inconvénient est moins grand : quelquefois le nombre des fragmens est si considérable, dans ce moment, qu'il remplit entièrement le creuset ; et l'on est obligé de le déblayer, quelque tems après la mise des soufflets en mouvement.

(d) Pendant tout le tems que l'on chauffe le fourneau, la tuyère reste bouchée : s'il venait à se faire quelque crevasse dans le tampon, ou le boucherait de suite avec un mélange de glaise et de sable bien pétri, et ensuite, pour plus de précaution, on jetterait du sable mouillé dessus. Lorsque les ouvertures de la tuyère et de la timpe sont bien fermées, et qu'il s'introduit de l'air dans le fourneau, c'est une preuve que les parois ne sont pas bien compactes ou qu'elles sont crevassées ; mais il n'est plus tems de porter remède à ce mal.

IX. On peut chauffer ainsi un fourneau pendant plusieurs semaines ; la chaleur des parois augmente continuellement, et l'on ne consomme presque pas de charbon. Lorsque les

parois sont exemptes de toute fissure, que les charbons sont secs et de bonne qualité, on n'en consomme pas plus de deux à trois charges, en trois ou quatre semaines. La consommation dépend en outre de la manière dont l'ouverture, entre la timpe et la dame, est bouchée, et du tems qu'on la laisse ouverte.

Dans les anciens tems, on donnait (en Suède) le nom de *fondage de mortier*, au premier fondage que l'on faisait dans un fourneau dont les parois étaient nouvellement construites : les premiers jours qu'un pareil fourneau était en feu, il se fondait une grande quantité de mortier venant des interstices qui sont entre les pierres de la maçonnerie. Comme, dans ce tems, où la méthode actuelle de chauffer était inconnue, on commençait la fusion presque sans chauffage préalable ; ce premier fondage était très-pénible, et n'était nullement profitable ; il ne durait que quatre à cinq semaines, et c'est le tems qu'il faut pour bien sécher et chauffer des parois nouvellement construites, et pour fondre le mortier superflu qui est dans les joints. Mais aujourd'hui, l'expérience a complètement démontré, qu'en séchant et chauffant un fourneau de la manière que nous venons de détailler, il n'y avait plus de différence sensible entre un fondage fait dans de parois nouvelles et des parois anciennes (les deux ou trois premiers jours exceptés, à cause du mortier qui se fond) : il durait aussi long-tems et était tout aussi profitable.

Quelqu'avantageuse que soit la nouvelle méthode de chauffer, il s'en faut cependant bien que l'on puisse, par son moyen, donner aux parois toute la chaleur qu'elles doivent avoir; on pourrait continuer pendant plusieurs mois le procédé que nous venons de décrire, sans que la partie supérieure des parois, dans le voisinage du gueulard, devint entièrement rouge. Le but principal qu'on doit se proposer est de bien sécher les parois et l'ouvrage, et de les disposer à n'être pas endommagés par la violente chaleur qui se produit lorsqu'on met les soufflets en mouvement: car d'ailleurs ce n'est guère qu'une vingtaine de jours après ce moment que le fourneau a acquis son *maximum* de chaleur.

---



---

 N O T E

*Sur un Fossile remarquable de la montagne de Saint-Gérard-le-Puy, entre Moulins et Roanne, Département de l'Allier, appelé l'Indusie tubuleuse.*

Par M. L. Bosc.

IL y a déjà long-tems qu'on l'a dit pour la première fois, les connaissances des diverses parties de l'histoire naturelle se lient entre elles, et si un minéralogiste, par exemple, n'a pas des notions générales de zoologie et de botanique, il se trouve quelquefois embarrassé pour expliquer certains faits.

L'observation suivante le prouve de nouveau, selon moi; la pierre calcaire qui forme le sommet de la montagne de St.-Gérard-le-Puy, route de Lyon, entre Moulins et Roane, est presque entièrement composée de très-petites hélices fossiles agglutinées, tantôt en masse irrégulière, tantôt en forme de cylindres ouverts par un bout et fermés par l'autre, ou mieux, de cônes creux d'environ un pouce et demi de long sur cinq lignes de diamètre total, et un peu plus d'une ligne d'épaisseur.

Il peut paraître difficile à toute personne qui n'a pas étudié les vers ou les insectes, qui ne connaît pas le mode de construction du fourreau de certaines néréides, de certaines amphitrites, ou celui des larves de friganes, d'expliquer comment ces petites coquilles ont pu être englobées dans le pourtour de ces cônes,

et placées constamment plus près du bord interne que du bord externe.

Mais l'examen d'un grand nombre de ces cônes et l'analogie, portent à croire ceux qui ont étudié les vers marins et les insectes, que ces cônes étaient originairement formés de soie, ou mieux de bissus, et fortifiés dans toute leur surface d'un rang de petites hélices, qui, a en juger par leur abondance, devraient couvrir plusieurs toises du sol de la mer, lorsqu'elle baignait la base des montagnes du Forez, et alimentait les nombreux volcans de l'Auvergne.

Il a tout lieu de penser que lorsque la mer s'est retirée, ces fourreaux se sont conservés à raison de la nature des fils qui les formaient, et des coquilles qui les recouvraient, et qu'ensuite ils ont été petit à petit enduits de la couche calcaire qui les recouvre aujourd'hui, par l'infiltration des eaux.

Les petites hélices dont il est question, sont à peine longs d'une ligne, et très-difficiles à caractériser par une phrase spécifique. Ils sont placés irrégulièrement, à l'égard les uns des autres, dans le pourtour interne des cônes, et très-fraîables.

Quant aux cônes, dans la composition desquels ils entrent, on les trouve disséminés par place, où ils sont quelquefois si abondans, qu'ils se touchent tous. Leur disposition est irrégulière, mais leur direction est cependant généralement voisine de la perpendiculaire, et leur ouverture est presque toujours tournée en haut, ce qui indique que, pendant la vie de l'animal qui les a construits, ils étaient fixés par leur pointe et réunis en société. Ils laissent souvent

entre eux des intervalles qui sont ou vides ou remplis par les hélices qui forment la masse de la roche, ou par une roche calcaire. La cavité de la plupart est vide, mais quelques-uns, et ce sont peut-être ceux dont les animaux étaient morts avant la catastrophe qui les a fait tous périr, sont également pleins de petites hélices.

On pourrait sans doute dire que les cônes étant tous également épais, et jamais remplis de la matière solide calcaire qui forme leur pourtour, il est plus naturel de supposer qu'ils ont été formés par un vers à tuyau, par exemple, d'un genre voisin des vermiculaires, qui auraient fait entrer les hélices, dans l'intérieur du pourtour de son tuyau, comme les coquilles qu'on appelle vulgairement *frippières* en attachent sur leur test; mais quand on considère que la surface extérieure des cônes est toujours très-fortement mammelonée, on peut difficilement lui refuser une formation stalactitique. Du moins tout homme qui sera accoutumé à observer la marche de la nature, reconnaitra évidemment à l'inspection qu'elle en porte tous les caractères. L'intérieur de ces cônes est bien aussi quelquefois mammelé, mais jamais autant que l'extérieur.

Quoi qu'il en soit de la valeur de l'explication du fait que présente le fossile en question, il n'en mérite pas moins l'attention des oryctographes, car il n'a pas encore d'analogue connu. J'aurais désiré pouvoir étudier à loisir la montagne où il se trouve, montagne jadis adossée à une chaîne granitique alors beaucoup plus élevée, mais aujourd'hui plus basse et séparée par l'effet d'une décomposition inéga-

400 SUR UN FOSSILE REMARQUABLE, etc.

lement active, car elle m'a paru, en la traversant en poste, contenir des objets d'une grande importance. Je dois en recommander l'examen à ceux qui seront en position d'y consacrer plusieurs jours.

Description de la figure de l'Indusie tubuleuse,  
planche VII.

- A. L'hélice de grandeur naturelle.
- B. La même grossie.
- C. Le cône de grandeur naturelle.
- D. Le même coupé parallèlement à sa hauteur.
- E. Groupe de cônes.

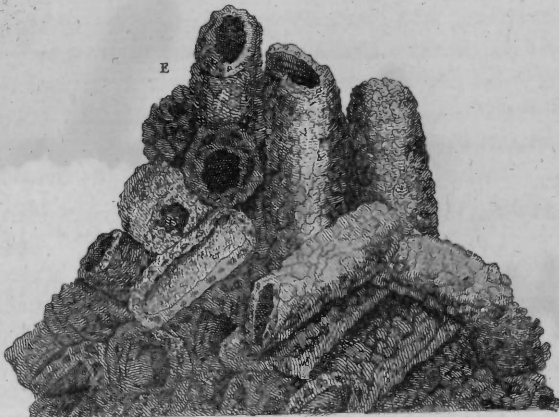
HELICES FOSSILES .

*Indusia tubulosa*. Bosc.



HELICES FOSSILES .

*Indusia tubulosa*. Bosc.



## N O T E

*Sur la nature de l'Acide muriatique, d'après  
M. Pacchiani.*

M. Pacchiani, Chanoine et Professeur de physique à l'Université de Pise, dans une lettre du 9 mai 1805, adressée à M. Pignotti, fait connaître qu'il est au moment de publier un Mémoire sur les principes constituans de l'acide muriatique, qui jusqu'ici s'est soustrait à tous les efforts des chimistes, lesquels l'ont en vain tourmenté avec l'étincelle électrique, avec le feu, et par le jeu des affinités.

M. Pacchiani annonce que parmi ceux qui l'ont précédé dans cette carrière, les uns ont regardé l'acide muriatique comme un *corps combustible simple*, d'autres ont pensé qu'il est composé d'une base inconnue combinée avec l'oxygène, enfin quelques-uns l'ont pris pour une *substance simple naturellement acide*. Abandonnant toutes ces suppositions, M. Pacchiani a pensé pouvoir remonter à la nature de cet acide, en se servant de l'action continuée de la pile ou colonne électrique de Volta.

Voici comment M. Pacchiani s'exprime lui-même.

Ayant au commencement examiné le phénomène de la décomposition de l'eau avec la colonne électrique, et en ayant, par des expériences exactes, trouvé la véritable théorie,

je découvris sans peine, par le moyen d'un appareil simple et exact, les changemens qui surviennent à l'eau; elle se dépouille de son oxygène à la surface d'un fil d'or très-pur, plongée dans ladite eau. M'étant donc mis à examiner les changemens gradués que subit l'eau, en se dépouillant de son oxygène, j'en observai un qui me parut fort singulier, et m'annonça d'une manière non équivoque la formation d'un acide. J'avais, par des expériences antérieures, examiné la nature de l'air obtenu avant d'arriver à ce point digne de remarque, et j'avais toujours trouvé, en employant l'eudiomètre du célèbre Joubert, cet air fort pur, puisque ces épreuves eudiométriques m'ayaient à peine donné un soixantième de résidu. Ayant ainsi examiné la nature de l'air, dès le premier moment de la décomposition de l'eau, jusqu'à celui auquel se manifestaient des indices de la formation d'un acide, je commençai des expériences pour en déterminer plus positivement l'existence et la nature.

Lorsque l'eau, ou pour mieux dire le liquide résidu, occupait la moitié environ de la capacité du récipient, qui au commencement contenait l'eau pur, ce liquide offrait les caractères suivans.

Couleur.

Jaune orange, plus ou moins chargé, selon le volume du liquide résidu, lequel avait toutes les apparences d'une dissolution d'or.

Odeur.

De l'orifice du vase fermé avec une pièce de taffetas et une vessie double, il sortait une odeur qui se manifestait pour être l'acide muriatique: le fil d'or avait en partie perdu son

éclat métallique; et il montrait sur sa surface toutes les apparences d'un métal attaqué par un dissolvant.

La petite pièce de drap qui se trouvait en contact avec le liquide, se réduisait par son action en petits morceaux, comme il arrive ordinairement à un corps à demi-brûlé.

Autour des bords du vase, sur la vessie, il s'était formé un anneau d'un pourpre foncé:

Une goutte de ce liquide mise sur la peau de la main la teignait en rouge.

Plusieurs expériences répétées m'ayant fourni le même liquide, avec les mêmes caractères, je choisis le liquide de la dernière expérience pour le soumettre aux reactifs chimiques. M. Joseph Branchi, professeur, et très-habile chimiste de cette Université, s'étant prêté avec beaucoup de complaisance et de zèle à mes demandes, ce fut dans son laboratoire que nous fîmes nos expériences et que nous démontrâmes,

1°. L'existence d'un acide volatil par les vapeurs blanches de l'ammoniaque qui était placé à son voisinage.

2°. Cet acide était l'acide muriatique oxygéné (1), puisqu'il précipitait en une substance

(1) M. Vassali, en donnant connaissance (le 6 prairial an 13) à la Classe des Sciences de l'Académie de Turin, des expériences nouvelles de M. Pacchiani, a observé que le drap qui faisait partie de l'appareil, avait pu influencer sur les résultats, et il a rappelé à cette occasion des expériences qui lui sont propres (et qu'il a consignées dans la *Bibliothèque italienne*), par lesquelles il assure avoir obtenu de l'acide nitrique, en faisant passer le fluide galvanique à travers du coton.

de forme caséuse, le nitrate d'argent, en formant la lune cornée.

De tout ce que nous venons de voir, il résulte que,

1°. L'acide muriatique est un oxyde d'hydrogène, composé par conséquent d'hydrogène et d'oxygène.

2°. Que l'acide muriatique oxygéné, et à plus forte raison l'acide muriatique simple, contiennent moins d'oxygène que l'eau.

3°. Que l'hydrogène n'a pas un degré unique d'oxydation, mais un très-grand nombre, un desquels constitue l'eau : un autre au-dessous donne l'acide muriatique oxygéné, et plus bas encore l'acide muriatique simple; d'autres degrés inférieurs donnent d'autres résultats que l'on verra dans un Mémoire que je publierai incessamment.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N°. 102. VENTOSE AN 13.

---

### M É M O I R E

*Sur la Statistique minéralogique du Département de la Haute-Marne.*

Par MM. ROZIERE et HOURY, Ingénieurs des mines (1).

---

#### INTRODUCTION.

LE moyen le plus assuré de seconder le zèle que manifeste le Gouvernement pour les progrès de l'industrie française, est sans doute d'exposer avec fidélité sous ses yeux son état actuel dans les différentes parties de la République ; mais des résultats présentés nuement, quelle que pût être leur exactitude, n'auraient que peu d'utilité ; il faut connaître les moyens qui les ont produits ; il est essentiel que les vices des procédés, ceux des réglemens qui concernent

---

(1) Ce Mémoire, rédigé en l'an 10, n'était pas destiné à l'impression, il a fallu, pour la liaison du discours, laisser subsister dans la dernière partie quelques détails peu utiles, et que nous eussions écartés si nous l'eussions rédigé dans l'intention de le publier.



chaque art, les inconvéniens particuliers qui naissent des localités, enfin, que les obstacles de toute nature, et les moyens d'y porter remède, soient indiqués par des personnes exercées dans chacun de ces arts, et qui parcourant tous les établissemens, aient pu juger par elles-mêmes sur tous ces objets importants. Chargés de visiter dans cette vue les Départemens de la Haute-Marne, de la Haute-Saône, du Haut-Rhin, des Vosges, du Doubs et du Jura, nous nous proposons d'en faire connaître avec détail, l'état actuel, dans tout ce qui concerne les arts métallurgiques, et l'exploitation des substances fossiles.

Le Département de la Haute-Marne, abondant en mines de fer, est privé de presque toutes les autres richesses minérales; mais l'art des forges est le plus important de tous, et la base de tous les autres. Il convenait d'en faire connaître la statistique avec détail: tel est notre dessein dans ce travail. Après avoir jeté un coup d'œil rapide sur la constitution physique du pays, indiqué la nature des principales masses qui le composent, retracé les recherches peu fructueuses pour la découverte de la houille, et celles qu'il convient de faire pour reconnaître l'existence de la tourbe, nous passons aux détails de la fabrication du fer: ces détails comprennent,

1°. La description des différentes sortes de mines que possède le Département; 2°. leur mode d'exploitation; 3°. les préparations qu'elles exigent pour être traitées au haut fourneau; 4°. les obstacles qui se rencontrent, soit dans l'extraction, soit dans la manière dont se fait

la traite avec les propriétaires de terrain; 5°. les vices principaux que nous avons observés, les améliorations dont chaque établissement nous paraît susceptible.

On nous pardonnera d'être entré dans des détails sur ce dernier point, puisqu'ils ont pour objet le perfectionnement de l'industrie; il ne peut être permis de négliger aucun des moyens qui la peuvent porter au-delà de ses limites actuelles; on sent en particulier combien est importante, pour la prospérité d'un Département, une fabrication qui s'élève actuellement à 25 millions pesant de fer forgé et 3 millions de fer coulé: elle fait subsister immédiatement 5 à 6 mille familles, compense les exportations du numéraire auxquelles est forcée cette contrée, en y introduisant chaque année 4 millions du dehors, fournit à la plupart des branches d'industrie, de précieux moyens d'existence, et répand la vie et l'activité sur tous les autres.

## I. CONSTITUTION PHYSIQUE.

### *Rivières et Vallées.*

Le Département de la Haute-Marne, dont *Chaumont* est le chef-lieu, est ainsi nommé, parce que la Marne qui prend sa source à un myriamètre à l'Est de Langres, le traverse dans toute son étendue, et le partage en deux. Son cours est dirigé du Sud au Nord, tournant un peu vers l'Est; mais elle ne devient navigable qu'à Saint-Dizier, limite Nord-

Ouest du Département. Elle coule entre des bancs calcaires mêlés d'argile, d'où lui vient probablement le nom qu'elle porte (1), et suit une vallée principale dans laquelle elle s'est creusé un lit hérissé de rochers calcaires, et chargé de blocs roulés qui rendent impraticable la navigation et le flottage. Des vallées transversales et des ravins y charrient des torrens d'eau et de pierres, qui font regarder comme impossible l'établissement d'un canal qui serait pourtant si nécessaire à cette contrée.

Plusieurs rivières, ruisseaux ou cours d'eau importants par les usines qu'ils alimentent, prennent aussi leurs sources dans ce Département, savoir, l'Aube, qui va donner son nom au Département voisin, après avoir été grossie par les eaux de l'Aujon; leurs sources peu distantes, sont l'une et l'autre au Sud-Ouest de Chaumont; les vallées calcaires qui les renferment, sont d'abord parallèles, se dirigent du Sud-Ouest au Nord-Est, et convergent l'une vers l'autre à deux myriamètres de leur jonction. La Blaize, qui prend sa source à Suzennecourt, traverse le Département du Midi au Nord, du côté de la rive droite de la Marne, et va s'y réunir après avoir activé de ses eaux une longue vallée calcaire couverte d'usines et de minerais de fer;

(1) C'est à tort qu'on a supposé qu'elle tirait son nom de celui d'un village situé à sa source: il n'existe pas de village vers cette source, mais seulement une habitation de particulier, appelée *la Marnotte*, nom évidemment dérivé de celui de la rivière.

elle arrose la Commune de Cirey, célèbre par le séjour de Voltaire.

Le Rougeant, le Rognon et la Suize, viennent perdre leur nom dans la Marne, après avoir reçu plusieurs étangs et plusieurs sources, qui servent une seconde fois au mouvement des usines; les vallées creusées par ces grands ruisseaux, sont convergentes vers la Marne; leurs sources et les montagnes calcaires qui les dominent, forment une ligne composée de points assez élevés. C'est dans cette même ligne, à un myriamètre au Nord de la source de la Marne, qu'on trouve celle de la Meuse, dont le cours s'étend du Midi au Nord, pour se diriger vers le Rhin, et celle de plusieurs ruisseaux, dont les uns (la Vingeanne) se rendent dans la Saône, et d'autres dans la Loire, de sorte que les environs de Langres présentent peut-être, comme pays calcaire, le phénomène le plus singulier de géographie physique, un plateau assez élevé pour fournir des eaux aux principales rivières de la France et à toutes les mers.

*Pierres calcaires, Plâtre, Grès, Argile.*

Le Département de la Haute-Marne est presque entièrement calcaire; on trouve dans les différentes couches de pierre qui le composent, des coquilles fossiles, tantôt calcaires, tantôt pyriteuses, et particulièrement des ammonites, des bélemnites, des gryphites, des pectinites.

La pierre calcaire a quelquefois assez de finesse et de dureté pour être taillée et servir avantageusement aux besoins de l'architecture.

Les principales carrières sont à Chaumont-Esnouveaux, Ville-sur-Aujon, etc. Clairveaux, quoique situé dans le Département de l'Aube, est redevable à la Commune d'Arc des pierres dont est construite sa célèbre Abbaye.

Les environs de Langres présentent une pierre calcaire à facettes, composée de petites lames de chaux carbonatée, cristallisées, qui lui donnent une fausse apparence granitique. Cette pierre est souvent mêlée, et quelquefois presque uniquement formée d'astroïtes, d'entroques, et de tous ces fragmens fossiles désignés sous le nom de *débris de palmier marin*. Les coquilles fossiles y sont nombreuses, et d'espèces très-variées.

Ou trouve à Rolampon, à deux lieues de Langres, sur la route qui conduit à Chaumont, des carrières d'un marbre grossier taché de rouge et de jaune, dont on a fabriqué divers objets qui peuvent rivaliser avec ces espèces de marbres grossiers que fournit la partie voisine de la Bourgogne. Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails sur les carrières du Département; il existe un Mémoire de l'Ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui renferme les détails les plus utiles sur ce sujet.

Les masses calcaires qui composent les montagnes et le fond des vallées, sont souvent recouvertes de dépôts d'alluvion calcaires et argileux, qu'on remarque principalement aux environs de Langres et de Saint-Dizier.

On exploite la pierre à plâtre à l'Est du Département, dans les Communes de Bourbonne, d'Hortes, Rosoy, Soyeuse et Vicq.

Langres, dont la coutellerie fait la principale

branche d'industrie, trouve une ressource précieuse dans les Communes de Celles et Marcilly. On y exploite des meules à aiguiser, d'un grès fin, très-égal et plus ou moins tendre. Il s'en fait une exportation considérable. Nous ferons connaître dans une Notice particulière, ce genre d'industrie qui mérite quelque attention.

Les argiles ne sont pas assez exemptes de matières calcaires, pour donner lieu à l'établissement d'un grand nombre de faïenceries, de poteries, etc. on préfère en général l'emploi des ustensiles en fonte.

La tuile, quoique fabriquée dans plusieurs endroits, suit la valeur du combustible, et sa cherté fait qu'on écrase les toits par une pierre calcaire très-mince, qui règne à la surface de la plus grande partie du Département, et qui dans le pays porte le nom de *laves*, quoiqu'elle n'ait rien de commun avec les laves volcaniques.

#### *Houilles, Tourbes, Eaux minérales.*

La houille manque entièrement à ce Département; plusieurs indices visitées à différentes époques par les Ingénieurs des mines, se sont réduits à quelques bois fossiles bitumineux. (*Voyez le Rapport sur les indices*). Les environs de Bourmont avaient donné souvent des espérances auxquelles le voisinage des Vosges prêtait quelque apparence de probabilité; toutefois la nature calcaire de cette contrée est un indice peu favorable pour cette découverte.

Le Département, peu favorisé à cet égard, pourra être dédommagé par l'exploitation des

tourbières. Déjà les environs de Bourbonne et de Langres commencent à jouir de ce combustible fossile. Cette tourbe essayée en plusieurs endroits, séchée parfaitement, brûle avec activité; elle répand à la vérité une odeur désagréable; mais on pourrait la lui enlever en la carbonissant, alors acquérant un plus grand degré de combustibilité, elle deviendrait propre presque à tous les usages de l'économie domestique, et aux manufactures qui mettent des liqueurs en ébullition.

On la rencontre ordinairement à la surface de la terre; dans les anciens étangs. Pour peu qu'on veuille la rechercher, on la trouvera infailliblement aussi dans la vallée de l'Aujon, à Château-Villain, dans les environs de Vassy, etc. etc.

Les tourbières procureront encore les moyens d'utiliser les sables et les argiles vitrioliques qu'on a rencontrés en divers lieux des vallées de la Blaise et de la Marne, et qu'on pourrait convertir en sulfate de fer (*vitriol vert*) (1).

Parmi les productions naturelles du Département, qui tiennent à la minéralogie, nous ne passerons point sous silence les eaux minérales de Bourbonne-les-Bains; leur réputation attire chaque année, dans la belle saison, une foule d'étrangers qui se retirent, ou guéris de leurs maux, ou du moins soulagés par un déplacement agréable.

(1) Il serait avantageux de concilier ces travaux pour l'extraction de la tourbe, avec ceux que des agriculteurs zélés ont projetés dans ce Département pour le dessèchement des marais.

On comptait autrefois dans ce Département deux verreries et une manufacture de glaces; cette manufacture est entièrement abandonnée; c'est la première qu'on ait établie en France.

## II. INDUSTRIE.

### *Mines de Fer, et leur exploitation.*

Les arrondissemens de Chaumont et de Wassy, sont remplis partout de mines de fer étendues à la surface du sol, souvent assez riches, et qui n'exigent que de légers frais d'exploitation. Les nombreuses forêts dont le Département est couvert, et les grands ruisseaux qui le traversent, fournissent des moyens inépuisables d'en tirer parti, aussi voit-on partout des usines pour la fabrication du fer; elles sont même multipliées au point qu'on murmure souvent de leur grand nombre. Nous examinerons plus loin quels sont les moyens les moins nuisibles de remédier aux inconvéniens dont on se plaint.

On peut réduire à trois sortes les mines du Département, 1°. les mines en grains; 2°. les mines en fragmens irréguliers de différentes grosseurs, qu'on exploite à de grandes profondeurs, appelées dans le pays, *mines en roche*; 3°. celles qui participent des deux états, et portent le nom de *demi-roche*.

Les mines de fer en grains sont les plus nombreuses, et se trouvent ordinairement à la surface du terrain; ces grains sont arrondis, de couleur grise ou noire, et d'une grosseur qui ne surpasse guère celle du plomb de chasse, nommé *cendrée*; ces mines connues en minéralogie sous le nom de *fer limoneux*, sont

sujettes à contenir un peu de phosphore , et donnent souvent un fer de médiocre qualité.

Les terres qui les contiennent sont le plus souvent argileuses. Aussi la plupart de ces mines exigent-elles , pour être fondues, une addition de chaux ou de castine. Cette addition , en outre de ce qu'elle augmente la fusibilité de la mine , améliore beaucoup la qualité du fer.

Les préparations qu'on fait subir aux mines , pour les mettre en état d'être fondues , sont à-peu-près les mêmes partout ; on les bocarde et on les lave , tantôt à bras d'hommes , tantôt au patouillet mis en mouvement par un cours d'eau ; cette dernière méthode est infiniment préférable à la première ; elle est beaucoup moins coûteuse , elle opère le lavage d'une manière plus complète ; et exige en conséquence une quantité de combustible beaucoup moindre , pour la conversion de la mine en fonte. Elle est généralement en usage dans toutes les usines de la Blaise et de la Marne ; il est à désirer qu'elle le devienne partout où le cours d'eau le permet.

La manière dont se fait l'exploitation , donne lieu à quelques observations importantes. La première concerne la manière irrégulière dont se fait la traite du minéral , surtout dans l'arrondissement de Chaumont. Lorsque les maîtres de forges veulent exploiter un champ , ils éprouvent de la part des propriétaires un refus de s'arranger à l'amiable , à des conditions raisonnables , ou à dire d'experts , à raison de la quantité de mines lavées ; on exige d'eux de payer la mine brute qu'ils ont extraite , le même prix que les réglemens

ont fixé pour la mine lavée ; différence immense , qui tend d'ailleurs à faire payer autant pour les mines les plus pauvres , que pour les plus riches , et qui empêche souvent d'alimenter les usines avec les mines de leur voisinage. Un hectare de la valeur de 2 à 300 francs , pourrait rapporter jusqu'à 6000 francs au propriétaire de terrain , en ne supposant qu'un mètre d'épaisseur de terre à mine. Les contestations et les procès qui naissent du peu d'ordre qui règne à cet égard , sont une nouvelle source de frais , et enlèvent aux maîtres de forges une grande partie de leurs bénéfices ; inconvéniens fréquents dans l'arrondissement de Chaumont. Il serait donc important d'avoir un règlement qui déterminât le prix d'une mesure quelconque de mine lavée , ou plutôt de mettre en vigueur celui qui existait autrefois ; mais comme l'estimation de la mine lavée entraîne une surveillance pénible de la part des propriétaires , il conviendrait de déterminer la quantité de minerai lavé que contient une quantité donnée de terre à mines dans chacun des principaux cantons où se fait l'extraction. Nous savons par estimation que les mines de Villiers-le-Sec et la Pente-Fosse , rendent 1 pour 3 à 4 ; celles de Bricon , 1 pour 4 à 5 ; celles de Latrécé , 1 pour 3 à 4 ; celles de Château-Villain , 1 pour 7 , etc. Des expériences exactes faites au patouillet par des experts , détermineraient ces rapports d'une manière précise , et les Tribunaux auraient une base fixe pour juger promptement et sans frais , les contestations qui s'élèvent à cet égard , si toutefois il est sage d'abandonner aux Tribunaux de pareils différens , qui n'ont pour objet

qu'un intérêt quelquefois très-médiocre, et finissent par entraîner la ruine des particuliers et des établissemens. Veut-on que les fers nationaux puissent soutenir la concurrence avec ceux de l'étranger, il est nécessaire de ne pas grever la fabrication par de nouvelles charges ; ces réglemens n'ont rien d'attentatoire à la propriété particulière, et doivent être sous la surveillance des administrations.

Dans l'arrondissement de Vassy pour les usines de la Blaize, cet inconvénient ne se fait pas autant sentir, la plupart des mines étant situées dans les forêts ou propriétés nationales et communales, l'arrangement se fait à raison d'une somme fixe pour l'arpent par chaque année, à la charge de remettre les lieux dans l'état où on les a trouvés. Les principaux lieux où s'exploitent ces mines sont Ville en Blaisois, Dommartin - le - Franc, Doulevant - le - Petit, Vaux, Ragecourt, Vassy, Marnesse, St.-Jean d'Uzer, Narcy, etc.

Il serait à désirer que les maîtres de Forges exploitassent avec plus de régularité. Les champs sont criblés de petites excavations faites au hasard, qui une fois rebouchées, ne se distinguent plus du reste du terrain ; il devient alors impossible ou extrêmement dispendieux de revenir exploiter avec régularité de tels terrains. Car on serait obligé d'excaver inutilement toute la terre qui l'a été dans l'exploitation précédente. Il est même de l'intérêt des maîtres de Forges de forcer les tireurs de mines qu'ils emploient, d'exploiter régulièrement. D'après la manière dont se fait la traite des mines et l'estimation du minéral enlevé on cube également les cavi-

tés qui n'ont point donné de minéral, et dans lesquelles on reviendra peut-être avant dix ans.

La seconde espèce de mine connue dans le pays sous le nom de *mine de roche*, s'exploite aux environs de la commune de Poissons, à 5 kilomètres de Joinville. Elle est principalement en fragmens irréguliers de diverse grosseur, remplissant des cavités considérables dans un terrain calcaire peu consistant, et la plupart terminées en forme de coins. Quelques-unes de ces masses descendent à une telle profondeur que des excavations de 60 mètres n'ont pu en atteindre le fond.

L'extraction s'en fait par les habitans de Poissons, chaque famille possède une ou plusieurs de ces excavations, et ses droits à l'exploitation d'une minière déjà ouverte, ne peuvent être perdus que par une cessation de travail d'une année complète.

Le lavage se fait dans une vallée située au centre des différentes exploitations. Cette opération, dont les habitans de Poissons se chargent aussi, s'exécute avec le plus grand ordre, malgré la quantité de lavoirs dont est remplie cette vallée étroite, et la pénurie d'eau qu'on y éprouve ordinairement. La mine lavée est rassemblée en différens tas, pour être vendue aux maîtres de forges, ou livrée à ceux qui l'ont achetée d'avance. Le prix ordinaire est de 2 fr. 40 c., à 2 fr. 50 c. la queue pesant 450 à 500 kilogrammes, et prise aux lavoirs. L'exploitation des mines de Poissons est susceptibles de plusieurs améliorations importantes ; 1°. l'extraction s'en fait péniblement à dos d'homme par des échelles : on pourrait souvent

diriger l'exploitation de manière à se servir d'un treuil qui élèverait verticalement les ben-nes, on ferait avancer un chariot sur un plan incliné. Il suffirait de profiter de quelqu'un des angles rentrants, qui se trouvent toujours dans les excavations des rochers calcaires, qui renferment ces mines, d'approfondir verticalement dans cet endroit, sauf à détacher quelque portion de rocher; ce qui ne serait pas toujours nécessaire, et toutes les mines extraites dans la carrière seraient conduites vers ce treuil.

Si les parois de l'excavation ne pouvaient pas être coupées perpendiculairement sans de grandes dépenses, il suffirait de leur donner une pente à - peu - près uniforme, et la mine serait élevée jusqu'à la surface ou dans un chariot, ou dans des bennes garnies de rouleaux.

2°. Le transport du minerai à la vallée des lavoirs est long et dispendieux, à cause de la grande rapidité de cette montagne, qui oblige à un détour considérable: il est deux moyens d'obvier à cet inconvénient; mais il est douteux qu'aucun soit jamais adopté, parce qu'ils exigent des avances assez considérables.

1°. On pourrait percer dans la vallée des lavoirs, une galerie qui viendrait aboutir vers le milieu de la montagne à une ancienne excavation très-profonde, dans laquelle on jetterait le minerai pour le conduire par la galerie aux lavoirs.

2°. Il serait moins coûteux de pratiquer sur la montagne un chemin droit et très-rapide, où les chariots seraient entraînés par la seule pesanteur; un homme conduirait avec la plus grande facilité le minerai qu'un autre retien-

draient en haut avec un treuil; ce serait le cas peut-être d'employer les chemins en fonte dont les Anglais ont fait usage dans beaucoup d'établissements.

La troisième espèce de mine appelée *demi-roche*, participe de la nature des précédentes et des mines en grains. On en trouve à Bétancourt, à Dammartin, etc. sur la rive droite de la Blaize. Parmi les fragmens anguleux qui existent sous la terre végétale, on rencontre souvent des géodes ferrugineuses contenant de la mine en grains. Les fers qui résultent de ces demi-roches, sont de la seconde qualité, et participent des produits des deux variétés qui les composent. Ces mines ne sont guères exploitées qu'à la surface. Il est très-probable que la mine dite *en roches* existe dans le voisinage.

#### *Etat actuel des Usines.*

Nous avons visité nous-mêmes toutes les usines à fer du Département, et nous avons dressé des tableaux contenant les réponses aux questions de quelque intérêt, qu'on peut faire sur chacune. Nous avons choisi les rivières pour base principale de nos divisions, parce que les mêmes rivières fournissent des résultats analogues pour les produits et les consommations (1).

(1) Ces tableaux ne peuvent être imprimés ici, à cause de leur grande étendue et de leur nombre. Indépendamment des renseignemens propres à faire connaître ces usines, ces tableaux offrent pour chacune une indication des principaux moyens d'amélioration dont elle a paru susceptible.

## RÉCAPITULATION DES TABLEAUX PARTICULIERS.

*Nombre et nature des Usines.*

En tout 61 usines à fer, dont 59 en activité.  
1°. Elles sont composées de 49 hauts fourneaux, dont 5 chôment faute de combustibles, un, celui de Montreuil, doit être démolie, 4 travaillent en moulerie, et 41 en gueuses ou fontes destinées à la fabrication du fer.

2°. 86 affineries, dont 6 chôment faute de combustibles, et 80 sont occupées à la fabrication du fer.

3°. 10 martinets, dont 8 en activité, 2 en chômage

4°. 6 fonderies, dont 5 activité, une en chômage.

5°. 10 toleries, dont une seule ne fabrique point.

6°. 2 fileries, dont une, celle d'Orquevaux, est en pleine activité; l'autre ne marche pas depuis un grand nombre d'années.

*Ouvriers.*

Les tableaux présentent 624 ouvriers intérieurs, et 3156 occupés tant pour le coupage, le charbonnage et le charroi du combustible, que pour l'extraction et le charroi des mines.

Calculant le nombre d'ouvriers employés dans les usines, sur lesquelles nous n'avons point à cet égard de renseignemens précis, et prenant  
pour

pour base le nombre et la nature de leurs feux, nous ajouterons 145 ouvriers pour l'intérieur, et 811 pour l'extérieur, ce qui donne 3967 ouvriers extérieurs, et 769 intérieurs; ceux-ci travaillent constamment, ceux-là ne sont employés qu'une partie de l'année, 6, 7 ou 8 mois, et quelquefois beaucoup moins; nous n'avons pas compris les martinets, fonderies et fileries, qui sont peu susceptibles d'évaluation; on ne fait point entrer dans ce calcul les propriétaires ou maîtres de forges, les directeurs, les fermiers, les commis, les maçons, charpentiers, etc. employés aux réparations de l'usine, les voituriers pour l'exportation des fers, toutes personnes que ce genre d'industrie entretient dans le Département: on peut donc conclure, sans crainte d'erreur, que la fabrication du fer fait exister 6 mille familles; et si l'on veut se faire une idée exacte de l'influence des usines à fer dans le Département, il faut ajouter à ce calcul le nombre d'individus occupés à la couellerie, taillanderie et autres établissemens secondaires qui n'existeraient pas sans les forges.

*Produits.*

D'après les renseignemens fournis par nos tableaux, on fabrique . . . 19,343,000 liv.  
de fer ou . . . . . 9,671,500 kil.  
auxquels on peut ajouter ci . . . 4,700,000 liv.  
ou . . . . . 2,350,000 kil.  
pour les usines dont on n'a d'autres renseignemens que sur le nombre et la nature de leurs feux; en basant le calcul d'après les suppositions d'une fabrication égale sur les mêmes



cours d'eau, donc le produit en fer affiné est de . . . . . 24,043,000 de livres, ou environ. . . . . 12,021,500 kilogrammes ce qui exige 32 millions de liv. de fonte, ou 16 millions de kilog.

Les trois fourneaux qui travaillent en marchandises, produisent. . . . . 2,500,000 livres de fonte moulée, ou bien. . . . . 1,250,000 kilogrammes; quelques fourneaux marchent en moulerie pendant un ou deux mois, pour fabriquer des poids nouveaux, etc.

Nous ne l. s comprenons pas dans nos calculs; n'ayant pas de renseignemens assez précis sur la qualité de leur fabrication.

Enfin, les 9 tôleries en activité fabriquent . . . . . 570,000 livres ou . . . . . 285,000 de tôle.

#### *Bois consommé.*

La fabrication de la Haute-Marne exige, comme on peut le voir par les développemens ci-dessous (1) 3,900 hectares ou 8000 arpens, tant pour la consommation des hauts fourneaux que celle des affineries et des fonderies. Les tôleries exigent 105 hectares ou 210 arpens. Les deux fourneaux travaillant en moulerie con-

(1) Nous avons réduit en pieds cubes les quantités et les différentes espèces de cordes employées: il faut, pour la fabrication des 9,671,500 kilogrammes de fer, 22,642,520 pieds cubes de bois, donc pour les 2,350,000 kilogrammes, fabriqués par les usines non visitées, en calculant la quantité de combustible, d'après celle employée dans les établissemens analogues les plus voisins, on doit employer

somment le produit de 84 hect. ou 168 arpens. Ce qui fait un total de. . . . . 4,139 hectares, ou . . . . . 8,278 arpens, tant en plaines qu'en montagnes, et contenant chacun pour termes moyens 250 st. (mètres cubes) ou bien . . . . . 4,298 p. cubes. (tous déchets et toutes consommations accessoires exceptés).

5,371,428 pieds cubes, ce qui fait 28,013,948 pieds cubes de bois consommés par les hauts fourneaux, affineries, martinets-et fonderies, ou bien 952,474 mètres cubes ou stères pour la totalité du fer, tant affiné que martiné, et passé à la fonderie. En charbonnant le bois, on le réduit au  $\frac{1}{4}$  de son volume, donc on emploie 238,118 mètres cubes de charbon, mais le mètre cube pèse de 200 à 206 kilogrammes, donc un kilogramme de fer, avant d'être livré au commerce, emploie 4 kilogrammes de charbon; et l'on fait avec un mètre cube de charbon ou 4 stères de bois 50 kilogrammes de fer. D'où il suit qu'un hectare de 240 stères peut fournir à la fabrication de 3000 kilogrammes de fer, et un hectare de 260 stères de bois peut fournir à la fabrication 3250 kilogrammes.

La fabrication de la Haute-Marne exige de 3800 à 4000 hectares; les deux fourneaux qui travaillent en moulerie consomment 21,132 mètres cubes ou stères de bois, ou 5283 mètres cubes de charbon pesant au moins 1,056,600 kilogrammes pour 750,000 kilogrammes de fonte; un kilogramme de fonte moulée consomme donc un peu plus; un kilogramme et  $\frac{4}{10}$  près d'un kilogramme et demi.

Ces deux fourneaux exigent de 80 à 88 hectares chaque année pour les alimenter.

Les neuf tôleries consomment 26,520 stères de bois, ou 6630 mètres cubes de charbon pesant un peu plus de 132,600 kilogrammes, qui, divisé sur les 285,000 kilogramme de tôle, donne 0,46 kilogrammes, à-peu-près  $\frac{1}{2}$  kilogramme, un de consommé par kilogramme de tôle.

Ces usines exigent annuellement 100 à 110 hectares.

*Débouchés.*

Les fers du Département de la Haute-Marne sont envoyés par terre jusqu'à St.-Dizier, limite Nord-Ouest du Département, et jusqu'à Grai, Département de la Haute-Saône. Par la Saône, ils sont conduits à Châlons, pour l'approvisionnement de Lyon et du Forêt; et par la Seine, à Paris, centre de leurs débouchés principaux.

Ces fers s'emploient à toute sorte d'usages; ceux qui résultent des mines en roches, sont en général très-nerveux; leur dureté les fait rechercher particulièrement pour les bandages de roue de diligences. On en fait aussi des es-sieux.

La tôle s'emploie pour les marmites, bidons, tuyaux de poêle, étrilles, etc.

Le prix des fers varie de 195 à 230 livres les 500 kilogrammes, ou plutôt le millier de fer marchand, dans lequel on compte 1,040 livres.

La fabrication du fer attire dans le Département plus de 4 millions de numéraire.

*Obstacles, inconvéniens, moyens d'y parer.*

Plusieurs inconvéniens graves prennent naissance dans la difficulté où les usines se trouvent de s'approvisionner de combustibles.

1<sup>o</sup>. Une élévation très-considérable dans le prix des bois, force les habitans du Département à une augmentation de dépenses.

2<sup>o</sup>. Les familles pauvres, mises hors d'état de se procurer par leur travail, la quantité de combustibles dont elles ont besoin, se trouvent dans la nécessité de dévaster les forêts.

3<sup>o</sup>. Plusieurs hauts fourneaux et plusieurs affineries chôment entièrement faute de bois, les capitaux employés dans les constructions sont morts pour le propriétaire et le commerce. Plusieurs autres fourneaux sont obligés par la même cause de s'arrêter, d'époque à autre, au lieu de marcher sans discontinuité la plus grande partie de l'année, ce qui cause des refroidissemens très-coûteux et une dépense de combustibles en pure perte.

4<sup>o</sup>. Autrefois chaque usine, ou du moins la grande majorité, avait des affectations de bois à-peu-près suffisantes pour leur consommation. Par suite de la révolution, presque toutes ces affectations ont cessé d'avoir lieu, et les maîtres de forges ont été forcés de s'approvisionner uniquement par la voie du commerce; il en est résulté une concurrence qui a singulièrement contribué à faire hausser le prix du combustible, et qui en outre à mis chaque usine dans la nécessité d'aller le plus souvent chercher au loin celui dont elle a besoin: les bois voisins étant adjugés à des maîtres de forges éloignés, ou aux marchands qui spéculent sur les besoins des usines, et ne craignent pas de pousser très-haut des bois qu'on sera toujours forcé de leur racheter, sous peine de rester dans l'inaction. Il en résulte des luttes entre les spéculateurs et les maîtres de forges, qui finissent toujours au dé-

savantage de ces derniers; aussi un grand nombre d'usines sont-elles dans l'obligation de payer annuellement à ces marchands un tribut considérable pour éviter de les voir pousser au-delà d'un terme raisonnable, les adjudications de bois qui sont à leur portée, et qui faisaient partie de leur ancienne affectation.

Nous allons indiquer rapidement les principaux moyens de diminuer ces inconvéniens.

1°. Les habitans des Communes consomment plus de bois pour leur chauffage qu'autrefois. Le nombre de leurs feux est plus considérable. Il serait à désirer qu'on s'y servît, comme dans la capitale, de foyers plus étroits, de poëles, etc. Au reste, la cherté du bois toujours croissante, les amenera naturellement à cette mesure.

2°. La classe pauvre et industrieuse ne dévastera plus les forêts aujourd'hui que sous l'ancien Gouvernement. On sait bien que jamais elle n'a payé le bois; il n'y a qu'un moyen de s'opposer aux dommages qu'elle cause dans les coupes, c'est de lui fournir à bas prix un combustible moins précieux, la tourbe.

3°. Le chômage des hauts fourneaux et des affineries est un inconvénient grave auquel il deviendra possible de parer quand les propriétaires d'usines auront une volonté décidée à cet égard. Pendant plusieurs années les houilles de Sarrebruck réduites à l'état de cook, ont servi à alimenter en partie une usine de la Blaize, celle du Buisson.

Les Ingénieurs des mines ont fait en l'an 10, conjointement avec les MM. Etienne, Quillards frères, de Riancourt, etc. des expériences concluantes sur l'emploi d'une certaine quantité de houille brute dans les affineries. Voyez le Mémoire sur l'emploi de la houille, N°. du *Journal des Mines*. Par l'emploi de ce combustible on pourrait augmenter d'un cinquième la fabrication actuelle, sans augmenter la consommation du bois et sans nuire à la qualité du fer.

4°. Les affectations de bois sont sans doute le meilleur encouragement que le Gouvernement puisse donner aux forges; mais il ne faut pas espérer de mesures générales à cet égard; il serait bien à désirer pourtant qu'on accordât des affouages à plusieurs maîtres de forges, comme moyen d'émulation ou de récompense nationale, lorsqu'ils auraient apporté des améliorations sensibles, soit dans l'emploi du combustible, soit dans la qualité du fer. Il coûterait fort peu au Gouvernement, ou pour mieux dire rien, d'affecter pendant 20 ans à une forge un tiers ou un quart du bois nécessaire à ses besoins, si le propriétaire se déterminait à employer un quart ou un cinquième de houille.

L'administration forestière, consultée sur plusieurs questions relatives à la coupe, et à la vente de bois, pourrait encore fournir au Gouvernement, les moyens d'améliorer l'état des usines.

Les lois et réglemens sur les forêts nationales, ne doivent-elles pas s'étendre en partie

sur les bois des particuliers? et doit-on souffrir que des taillis, à peine de dix ans, soient mis en coupes, comme on l'a vu trop souvent arriver?

Les réserves de toute origine ne pourraient-elles pas se couper tous les 28 ou 30 ans, au lieu de 40 et même de 50, comme cela se fait ordinairement dans tout le Département?

Doit-on continuer de couper les bois à l'âge de 22 ans, ne gagnerait-on pas sur la qualité et la quantité du charbon qu'on obtient, si on en remettait la coupe à 25 ans; plusieurs maîtres de forges paraissent préférer 2 hectares de 28 à 30 ans, à 3 hectares de l'âge de 22 ans.

Les maîtres de forges désireraient de plus longs délais pour le paiement des adjudications forestières? On sait que l'exploitation des mines, la fabrication et le placement des fers exigent des avances d'un très-long terme.

Enfin, ne pourrait-on pas rétablir une ancienne division qui avait lieu dans la vente des bois? On vendait séparément les taillis et la futaie, mais on adjugeait les branchages de la futaie pour l'adjudicataire du taillis. Ces questions, quoiqu'en apparence elles concernent plus particulièrement un autre ordre d'Officiers du Gouvernement, ont pourtant des rapports si essentiels avec la prospérité de l'art des forges, qu'il ne peut pas nous être permis de les passer entièrement sous silence.

Enfin, le service militaire a enlevé les meil-

leurs ouvriers, tant des forges que des hauts fourneaux; il faut 7 à 8 ans pour former un directeur de forges, un marteleur et son chauffeur, un affineur et son valet, un fondeur et son garde, un maître charbonnier; peut-être conviendrait-il par la suite de rétablir un ancien règlement qui exemptait les mêmes individus du service des armées.

### III. Améliorations, Ecole pratique.

On ne peut disconvenir que l'art des forges ne se soit perfectionné dans la Haute-Marne, depuis un certain nombre d'années. Les fers y ont acquis beaucoup de qualité; ceux de la Marne étaient extrêmement cassans, ils ont pris du nerf et de la ductilité; on le doit sans doute à un mélange mieux entendu, des diverses mines de Narcy, du Mont-Gérard et de Bétancourt; leur fabrication relative est en même-temps beaucoup plus économique, elle est due en grande partie au procédé emprunté de la Franche-Comté.

Autrefois l'affinage se faisait en deux tems, exigeait deux feux, le fer s'affinait dans le premier, et on l'étirait en barres dans le second. Mais par le moyen des forges, appelées *Renardières*, on affine le fer dans le même feu qui sert à l'étirer en barres, d'où résulte une grande économie dans l'emploi du combustible, dans la main-d'œuvre et dans le tems nécessaire à la fabrication.

Plusieurs maîtres de forges de la Haute-

Marne sentent le besoin de perfectionner encore leurs procédés pour pouvoir livrer le fer au même prix que les étrangers.

Pour atteindre à ce but, ils doivent soigner d'avantage la construction de leurs fourneaux.

En Angleterre, en Allemagne, en France même on emploie avec succès des fourneaux à base circulaire : en examinant l'intérieur des vieux fourneaux, plusieurs propriétaires de forges ont senti la nécessité d'abattre les angles intérieurs de leurs fourneaux quadrangulaires. Un nouveau perfectionnement les amenera à leur donner une forme conique.

Un perfectionnement essentiel qu'il faut introduire successivement dans toutes les usines, c'est l'établissement des soufflets à piston, avec deux cylindres dans lesquels se meut un piston ; on peut alimenter trois feux d'affineries, n'employer qu'une seule roue hydraulique, un seul canal, etc. au lieu de trois, économiser les frais de réparation, qui sont nuls dans le nouveau procédé, épargner un tiers de l'eau nécessaire à l'activité des anciens soufflets ; enfin, se ménager beaucoup d'emplacement dans l'usine : ce n'est point une innovation qu'on propose. Les avantages de cette machine soufflante sont éprouvés depuis 10 ans (1).

(1) Déjà M. Adrien, maître de forge, vient de se déterminer à faire jouir le Département de la Haute-Marne de cette amélioration importante ; les trois feux d'affinerie de Montreuil marchent par le moyen de ces nouveaux soufflets, M. de Riancourt et d'autres maîtres éclairés, se disposent à en faire construire.

L'administration intérieure des forges est également susceptible d'améliorations sous le rapport de l'économie du combustible ; on sait que les forgerons, qui sont payés proportionnellement à la quantité de fer fabriqué, s'occupent peu du soin d'épargner le charbon. On les a vus, ayant intérêt de se conduire autrement, n'employer qu'un kilog. et demi de charbon pour fabriquer un kilog. de fer, tandis qu'ils en consomment ordinairement 2 kilog. et plus, sans que la qualité fût en rien altérée.

On n'obtiendra rien à cet égard de la part des ouvriers qu'en les intéressant eux-mêmes à ces économies, dont ils acquerront bientôt l'habitude ; il serait aisé aux maîtres de forges d'accorder aux affineurs et à leurs *valets*, une gratification proportionnée à leur économie. Pourquoi des particuliers ne feraient-ils pas ce que fait le Gouvernement lui-même en faveur des employés aux salines nationales ? les difficultés et les inconvéniens seraient pour eux bien moindres.

Peut-être il serait à propos que ces mesures s'étendissent également sur les charbonniers, et que celui qui reçoit le charbon soit tenu de peser les bennes à leur arrivée dans la forge.

Ces moyens d'améliorations, et plusieurs autres que nous pourrions proposer sur la nature et la proportion des mines à mélanges, sont difficiles à mettre à exécution dans un Département où le commerce des fers et l'achat des bois

absorbe presque entièrement l'attention des maîtres de forges. Ils ont à peine le tems de se livrer à leur art, et se trouvent en quelque sorte forcés de l'abandonner presque entièrement à la routine de leurs fondeurs et de leurs forgerons. Si quelques-uns parmi eux cherchent à perfectionner la qualité des fers par le mélange des mines ou l'emploi du nouveau combustible, ils sont bientôt dégoûtés de leurs tentatives par la mauvaise volonté de leurs ouvriers, et par les résultats toujours incertains des premières expériences; mais sans accuser ici la classe laborieuse des forgerons, examinons si leur conduite n'est pas dans la nature de leur apprentissage.

Le père forme son fils au travail du fer, rarement se charge-t-il d'apprendre son art à un étranger. Leur conduite a sa source dans la nature de leurs travaux. L'or, l'argent, le cuivre ne présentent pas les mêmes difficultés dans leur traitement. Il faut 8 à 10 ans de sueurs et de fatigues, qui se renouvellent 10 fois le jour, avant de savoir rassembler le fer et le pétrir dans une affinerie. Vouloir opérer des changemens à des procédés qui leur coûtent si cher, c'est en même tems blesser leur amour-propre, et les exposer à des fatigues nouvelles. Le grand nombre des maîtres de forges partage donc à cet égard l'opinion de leurs ouvriers; peu d'entr'eux se mettent à la hauteur des découvertes que l'on fait dans leur art. On se plaint que les faillites sont plus fréquentes aujourd'hui qu'autrefois. Elles sont en partie l'effet de la lenteur avec laquelle s'in-

roduisent les améliorations qui ont lieu chez nos voisins, ou même celles établies dans d'autres parties de la France. L'emploi de la houille introduit dans toutes les forges de l'Angleterre, est à peine connu en France, même dans les Départemens où ce fossile abonde. Des machines économiques, des constructions avantageuses, quoiqu'établies dans quelques forges, sont complètement ignorées dans les autres.

Les Journaux des mines, ceux des arts et manufactures, etc. annoncent les découvertes nouvelles; mais ils contiennent des développemens, des explications chimiques qui supposent des connaissances profondes, et peut-être aussi serait-il juste de dire que les savans s'attachent généralement trop peu à se rendre intelligibles aux simples praticiens. En Allemagne, en Suède, des écoles nationales ouvertes aux enfans des propriétaires de mines, leur fournissent des moyens faciles de puiser les connaissances de métallurgie et de mécanique auxquelles ne peut entièrement suppléer le sens le plus droit et la plus longue pratique. Comment se pourrait-il que l'expérience et l'industrie d'un individu borné à ses seules ressources, pussent jamais procurer des améliorations sensibles dans un art encore neuf, dont cependant l'origine remonte à l'époque la plus reculée.

Dans tous les arts qui ont la plus légère influence sur la prospérité publique, le Gouvernement exige une garantie pour s'assurer des con-

naissances de ceux qui les pratiquent; il doit en être de même ici. Tous ces inconvéniens disparaîtraient bientôt, s'il existait une école de fabrication du fer. Le Gouvernement, il est vrai, vient d'établir deux écoles-pratiques pour les mines, dont l'une à Keislautern, pour l'extraction de la houille et la fabrication du fer. Mais cette dernière école n'est point organisée, et son objet n'est pas tout-à-fait le même que celui que nous envisageons ici; d'ailleurs le Département du Mont-Tonnerre n'est pas au centre des pays à fer pour lesquels nous désirerions une école. Peut-être ne verra-t-on pas sans quelque intérêt les vues des administrateurs et des maîtres de forges les plus instruits de ce Département, elles peuvent au moins contribuer à faire mieux sentir la nécessité d'une instruction spéciale pour l'art des forges.

La Haute-Marne, le Doubs, la Haute-Saône, la Côte-d'Or, etc. disaient-ils sont les Départemens les plus importans pour la fabrication du fer. Comment une école très-éloignée pouvait-elle avoir quelque influence sur l'instruction du nombre considérable de directeurs de forges et d'ouvriers, qu'il faudrait former pour cette portion de la France chargée de minerais. Un seul de ces Départemens, la Haute-Marne, compte près de 800 individus essentiels à la fabrication, il faut chaque année 40 sujets au moins pour remplacer ceux que la mort ou la vieillesse enlèvent.

Leur opinion à cet égard doit acquérir plus

de forces, quand nous aurons remarqué qu'elle n'entraînerait aucuns frais d'établissement, et qu'il suffirait d'une volonté active de la part du Gouvernement.

*Moyens d'exécution.*

Dans un des Départemens de la Haute-Marne, de la Côte-d'Or, du Doubs, ou dans celui de la Haute-Saône, le Gouvernement, qui est propriétaire de plusieurs usines, abandonnerait celle qui convient le mieux à l'établissement proposé.

On y donnerait deux sortes d'instructions; l'une pour ceux qui se destinent à être directeurs et maîtres de forges, l'autre pour les charbonniers, forgerons et fondeurs, aurait pour but d'exercer ou de former un petit nombre d'ouvriers à la pratique de quelques procédés nouveaux. Deux Professeurs devraient être chargés d'enseigner tout ce qui est relatif à l'art des forges, et rien qui lui soit étranger. Les leçons auraient pour objet l'extraction des mines, la construction des usines, machines hydrauliques, machines soufflantes. Les procédés économiques de charbonnisation, l'analyse des mines de fer, le mélange et la fonte des mines, l'art d'affiner le fer, de fabriquer l'acier, etc. Elles seraient précédées d'un cours de chimie minérale restreinte à ce qui est indispensable pour bien entendre le traitement du fer.

Un maître fondeur, un maître affineur et un charbonnier s'occuperaient à donner aux élèves des leçons pratiques sur la partie du

travail qui les concerne, etc., etc. Quoique nous ne nous dissimulions pas les difficultés de tout genre qui accompagnent ordinairement l'exécution de ces sortes de projets, nous avons pensé qu'il étoit convenable, dans les circonstances, actuelles de faire connaître les opinions de personnes expérimentées, et qui ont un grand intérêt au perfectionnement des procédés de l'art des forges.

EXPOSÉ

## EXPOSÉ

*Des travaux en usage à la Fonderie de plomb de Frederichshütte, près Tarnowitz (1).*

Par M. DAUBUISSON.

NOUS avons fait connaître dans un Mémoire précédent, (voyez N°. 101) la nature et la richesse des minerais de *Tarnowitz*: nous nous contenterons de rappeler ici que l'on livre, dans l'année, à la fonderie, 1°. 20000 quintaux de minerai, consistant en une galène en grains et masses de la grosseur du poing: le contenu en est, d'après l'essai docimatique, de 68 pour 100 en plomb, et de  $\frac{3}{4}$  d'once d'argent par quintal; 2°. 4000 quintaux de *schlich*, ou minerai lavé, qui contient de 40 à 45 pour 100 de plomb, et  $\frac{1}{2}$  d'once d'argent par quintal.

Quel que petit que soit ce contenu en argent, on trouve encore du bénéfice à l'extraire, malgré les frais et les déchets que cette extraction occasionne. Mais il faudrait renoncer à cette opération si le minerai étoit en moindre quantité.

(1) J'ai rédigé ce Mémoire sur des notes que je dois principalement à M. Bouterwech, directeur de la fonderie, dont les talens et les connaissances ont beaucoup contribué à rendre l'usine de *Frederichshütte* une des plus intéressantes de l'Allemagne.



La fonderie porte le nom de *Fredericshütte* (usine de Frédéric) : elle est dans un petit vallon, à près de deux lieues au Nord de Tarnowitz : elle est nouvellement bâtie. La fonderie, proprement dite, consiste en un carré long de belle maçonnerie ; dans sa longueur, il y a un grand mur contre lequel les fourneaux sont appliqués.

Les travaux de cette usine comprennent :

1°. La fonte, qui se subdivise en :

- a. Fonte de minerais.
- b. Fonte des schlichs.
- c. Fonte de quelques résidus des deux fontes précédentes.

2°. L'affinage ou coupellation du plomb d'œuvre.

3°. La réduction des oxydes de plomb qui se subdivise en :

- a. Réduction de la litharge provenant de l'affinage.
- b. Réduction du test, des cendres et écumes provenant de l'affinage.
- c. Fonte des scories obtenues dans les réductions précédentes.

4°. Le raffinage de l'argent au fin (*silberbrennen*).

## ARTICLE PREMIER.

*Des Fontes.*§. I. *Fonte des minerais.*

La fonte des minerais est le premier travail que l'on entreprend dans l'année.

Ces minerais sont un sulfure de plomb. On en précipite le plomb, à l'aide du fer qui s'empare du soufre. Le plomb étant dans ce minerai à l'état métallique, sa fonte n'exige ni le tems, ni le combustible qu'il faut employer, lorsque le métal étant à l'état d'oxyde, doit être préalablement réduit : ainsi on fond dans de petits fourneaux à manche.

Pour opérer convenablement la fusion et la précipitation, on fait la composition ou mélange ainsi qu'il suit :

Composition d'un fondage.

|                                                |                           |
|------------------------------------------------|---------------------------|
| Minerai, soit en masse, soit en grains. . .    | 100 <sup>quint.</sup> (1) |
| Fer (fonte) granulé. . . . .                   | 15 à 18                   |
| Scories provenant de forges de fer. . .        | 10 — 12                   |
| Scories de la fonte même des minerais. . . . . | 30 — 36                   |
| <hr/>                                          |                           |
| Total des précipitans et fondans. . .          | 55 — 66                   |
| Terme moyen. . . . .                           | 60                        |
| <hr/>                                          |                           |
| Total de la composition. . . . .               | 160                       |

(1) Le quintal en usage en Silésie, est d'environ un dixième plus grand que celui de France ; il égale 5,35 myr. Nous le divisons ici en 100 livres, quoique dans le pays on en compte 132.

Dimen-  
sions des  
fourneaux.

Les fourneaux ont en

Hauteur au-dessus du creuset (avant-foyer). 1,42<sup>mètres</sup>  
Longueur dans œuvre. . . . . 0,71  
Largeur. . . . . 0,57

Le creuset que l'on dispose au bas du fourneau, a 0,42 mètres de profondeur et autant de diamètre. La tuyère est à 0,30 m. au-dessus du creuset.

Revête-  
ment du  
creuset.

Le creuset est fait ou revêtu avec de la brasque composée de parties égales d'argile et de *coak* pilé : on n'en emploie pas d'autre dans l'usine. Les parois du fourneau au-dessous de la tuyère en sont également revêtues.

Vent.

Le vent est fourni à chaque fourneau par deux soufflets en bois de construction ordinaire, et qui donnent mètres cubes d'air par minute.

Combus-  
tible.

Le combustible employé dans la fonte est du *coak* ou houille carbonisée. La carbonisation se fait, sur une aire découverte, devant l'usine, et de la manière que j'ai indiquée, N<sup>o</sup>. 84, p. 461 de ce Journal.

Chauffage  
du four-  
neau.

Lorsque le fourneau est convenablement disposé on le chauffe ; ce qui exige 8 heures de tems et 3 quintaux de houille.

Tems et  
quantité de  
combusti-  
ble.

Les 160 quintaux de composition sont fondus en 17 heures : ils exigent 22 mesures de *coak* ; la mesure égale 7 décalitres.

Produit.

Le produit est de 66 à 67 quintaux de plomb d'œuvre, contenant une once d'argent au quintal, et de 26 à 28 quintaux de matte (sulfure de fer), qui contient encore de une à deux livres de plomb.

Charges

Ainsi par mesure de *coak*, on fond 4  $\frac{1}{2}$  quintaux de minerai et 7  $\frac{1}{2}$  de composition : ce qui

se distribue en trois charges. L'on obtient, à chaque percée, 4 quintaux de plomb et 1  $\frac{1}{2}$  de sulfure.

L'essai n'a pu faire découvrir le moindre contenu en argent, dans les scories provenant de la fonte. Une partie de ces scories est repassée au fourneau, comme fondant, et l'autre est jetée hors de l'usine.

Quant aux crasses qui s'attachent aux parois et aux bords du creuset, on les met de côté ; elles sont destinées à un travail ultérieur.

L'expérience a appris qu'il n'était pas profitable de faire des fondages de longue durée. Le lundi, on nettoie le fourneau, et on le garnit de brasque ; dans la soirée, le fondage commence ; il finit le samedi, et dure ainsi de cinq à six jours.

Pendant ce tems, on fond 700 quintaux de minerai, et on retire de 462 à 469 quintaux de plomb d'œuvre.

A chacun des fourneaux il y a trois ouvriers : un fondeur, un charrieur et un-aide.

Ils travaillent à prix fait ; ils reçoivent, par quintal de plomb produit :

Le fondeur. . . . . 10 centimes.  
Le charrieur. . . . . 6  $\frac{2}{3}$

Sur cette somme, ces deux ouvriers doivent payer l'aide à raison de 66  $\frac{2}{3}$  cent. par poste de 12 heures, prendre les ouvriers dont ils pourraient avoir besoin par extraordinaire, arranger leur fourneau et entretenir leurs outils.

Chacun des deux fourneaux fond environ 700 quintaux par semaine. La fonte de tout le minerai livré dans l'année, est terminée au bout de 14 à 15 semaines.

F f 3

Scories.

Crasses.

Durée d'un  
fondage.

Son pro-  
duit.

Nombre  
d'ouvriers.

Leur paie.

Durée de  
la fonte de  
24 jours

## §. II. Fonte des schlichs.

La fonte des schlichs commence du moment que celle des minerais est finie. Elle se fait dans des fourneaux élevés; car les schlichs contiennent une grande partie de métal à l'état d'oxyde, auquel il faut donner le tems et la facilité de se réduire: ce qui se fait pendant que les *schlichs* descendent dans le fourneau, depuis le gueulard jusqu'à la tuyère; parvenu à ce point le minerai fond. Ainsi la fonte des schlichs exige plus de tems et de combustible que celle des minerais.

Les fourneaux dans lesquels se fait la fonte des schlichs, sont les mêmes que ceux qui ont servi à celle des minerais; on les élève jusqu'à 5,68 mètres au-dessus de l'avant-foyer, et on leur laisse la même largeur et profondeur.

La composition du fondage se compose de:

|                                                                     |                       |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Schlich . . . . .                                                   | 100 <sup>quint.</sup> |
| Fer granulé . . . . .                                               | 8 à 10                |
| Matte (sulfure de fer) provenant de la fonte des minerais . . . . . | 30 — 32 (1)           |
| Scories de forge de fer . . . . .                                   | 20 — 24               |
| Scories de la fonte des schlichs . . . . .                          | 120 — 120             |
| Crasses de la fonte des minerais . . . . .                          | 20 — 20               |
| <hr/>                                                               |                       |
| Total des fondans et précipitans . . . . .                          | 298 — 206             |
| Terme moyen . . . . .                                               | 202                   |
| Total de la composition . . . . .                                   | 302                   |

(1) On fondait autrefois avec les schlichs toute la matte provenant de la fonte des minerais: mais actuellement comme elle est extrêmement pauvre, on n'en emploie qu'une partie comme précipitant: le reste est mis en un tas particulier.

Les fourneaux sont disposés et brasqués comme dans le travail des minerais: mais comme ici la fonte va plus lentement, et que dans le même tems, il y a moins de plomb de produit, on ne donne au creuset que 0,32 m. de diamètre, et 0,28 de profondeur.

Cent quintaux de schlich ou 302 de composition, sont fondus en quatre postes, le poste est de 12 heures: ils exigent 60 mesures (ou 40 quintaux) de *coak*.

Ils donnent de 40 à 44 quintaux de plomb, contenant 1  $\frac{1}{2}$  once d'argent: on obtient encore une matte, mais trop pauvre pour être refondue.

Une mesure de *coak* avec 1  $\frac{1}{2}$  quint. de schlich, ou 5 de composition, font la matière de trois charges.

On fait aussi dans cette fonte un tas particulier des crasses qu'on retire, et on les réserve pour un travail ultérieur.

Autrefois un fondage ne durait qu'une semaine, aujourd'hui il en dure deux.

Pendant ce tems, chacun des deux fourneaux donne 250 quintaux de plomb. La fonte des 4000 quintaux de schlich est terminée en huit semaines.

On a également ici trois ouvriers à chaque fourneau.

Ils travaillent à prix fait, et reçoivent par quintal de plomb:

Le fondeur . . . . . 33 centimes.  
Le charrieur . . . . . 21

Sur cette somme, ils paient leur aide.

Disposition de fourneaux.

Tems, quantité et combustible.

Produit.

Charge.

Crasses.

Durée d'un fondage.

Son produit.

Dimensions des fourneaux.

§. III. *Fonte des crasses et résidus.*

La fonte des *schlichs* étant finie , on passe à celle des crasses et résidus : elle se fait dans les mêmes fourneaux , qu'on dispose de la même manière.

Sous le nom de *crasses et résidus* , nous comprenons ici ,

Matières  
à fondre.

1°. La partie de la matte provenant de la fonte des minerais qui n'a pas été employée dans la fonte des *schlichs*.

2°. Les crasses qui s'attachent aux bords du creuset.

3°. Celles qui s'attachent aux parois intérieures des fourneaux.

4°. Les scories obtenues dans la fonte des scories provenant de la révivification de la litharge.

Contenu.

Le contenu de ces matières en plomb et argent , est tout-à-fait indéterminé ; il est d'autant plus petit , que les fontes antérieures ont été mieux conduites.

Composi-  
tion d'un  
fondage.

La composition d'un fondage se règle d'après la quantité de chaque sorte de ces matières , qui doit être fondue dans l'année , afin qu'il n'y ait pas de reste. Toutes ces matières sont fort fusibles ; ainsi un léger changement dans la proportion de l'alliage , ne saurait avoir une influence sensible sur la marche de la fonte.

La composition ordinaire , est :

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| En crasses détachées du creuset. . . . .               | 50 quint. |
| En scories obtenues dans la , etc. . . . .             | 25        |
| En matte provenant de la fonte de minerai.             | 30        |
| En crasses détachées des parois des fourneaux. . . . . | 15        |

A quoi on ajoute :

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| En scories de forges-de fer. . . . . | 10  |
| Total. . . . .                       | 130 |

On fond 100 quintaux de cette composition en 16 heures : on emploie pour cette fonte 12 mesures ( 8 quintaux ) de charbon de houille. Temps et quantité de combustible.

On en retire  $3\frac{1}{2}$  quintaux de plomb d'œuvre contenant une once d'argent par quintal. Produit.

Une mesure de charbon de houille sert pour  $8\frac{1}{2}$  quintaux de composition ; ce qui se distribue en trois charges. Charges.

Autrefois un fondage ne durait que 11 postes : le poste de 12 heures : et dans un poste on fondait 53 quintaux ; les 100 exigeaient de 15 à 18 mesures de combustible. Actuellement les fondages durent 15 jours , et donnent un plus grand profit : on fond par poste 77 quintaux , et par 100 quintaux on n'emploie que 12 mesures de combustible : ainsi on fond 24 quintaux de plus par jour , et sur 100 quintaux on économise de 3 à 6 mesures de charbon de houille. Cet avantage a mis à même de fondre , avec quelque profit , des matières qui ne contenaient qu'une livre de plomb. Durée d'un fondage.

Ouvriers,  
leur paie.

On a par fourneau trois ouvriers, qui sont payés par poste, et reçoivent :

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Le fondeur. . . . .  | 1,67 fr. |
| Le charrier. . . . . | 1,00     |
| L'aide. . . . .      | 0,80     |

Frais généraux de la fonte.

Tous les frais de fonte, y compris celle des crasses, reviennent à 2,67 francs par quintal de plomb d'œuvre obtenu.

## ARTICLE II.

*Affinage.*

On passe à l'affinage, non-seulement les plombs d'œuvre obtenus des fontes dont nous venons de parler, mais encore ceux qu'on obtient de la révivification de certains produits des affinages même, tels que les *test*, les *cedres de plomb* (*bleyasche*). La quantité de tous ces divers plombs d'œuvre s'élève de 20 à 22000 quintaux par an : leur contenu est d'environ une once d'argent par quintal.

Fourneau.

Le fourneau d'affinage ne présente rien de particulier, sinon que pour favoriser le courant d'air, et accroître l'intensité de la chaleur, on fait sortir la flamme par une cheminée. La sole est faite avec des cendres de bois bien battues : on en emploie de 15 à 18 mesures par affinage : (la mesure = 70 litres.)

Autrefois on faisait l'affinage avec du bois ; mais depuis très-peu de tems on a cherché à le faire avec la houille non carbonisée : ce travail n'avait presque consisté qu'en essais et tâton-

nemens, à l'époque je me suis trouvé à la fonderie. J'ai été témoin de l'affinage suivant.

|                                                                          |            |         |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|---------|
| On a chargé le fourneau en plomb d'œuvre. . . . .                        | 158 quint. | Charge. |
| On n'en a oxydé (réduit en litharge) que. . . . .                        | 143 (1)    |         |
| La houille consommée s'est montée à 24 $\frac{5}{6}$ mesures ou. . . . . | 33,1       |         |

Les produits qu'on en a retirés consistaient en :

|                                                             |              |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| Litharge du commerce. . . . .                               | 64,75 quint. |
| Litharge à révivifier à cause du contenu en argent. . . . . | 42,66        |
| Test. . . . .                                               | 34,75        |
| Cendres de plomb (2), et première écume. . . . .            | 9,50         |
| Litharge très-impure. . . . .                               | 2,25         |
| Plomb dans lequel tout l'argent était concentré. . . . .    | 15           |

Autrefois on affinait le plomb d'après la méthode anglaise. Ce travail se faisait dans un fourneau à réverbère ; la sole était de tôle et mo-

Affinage à l'anglaise.

(1) Le plomb d'œuvre subit à Tarnowitz un double affinage. Dans le premier on a simplement pour objet de concentrer l'argent dans une moindre quantité de plomb : on y passe 160 quintaux d'œuvre, et on pousse la coupellation jusqu'à ce qu'il y en ait de 145 à 150 (selon sa richesse en argent) de réduits en litharge. Les 10 ou 15 quintaux restants sont retirés et réservés pour un second affinage qu'on appelle *affinage riche* : le contenu moyen de plomb d'œuvre qu'on y passe, n'est pas de deux marcs par quintal : on en met également 160 quintaux dans le fourneau, et on pousse l'affinage jusqu'à la coruscation : on a alors au fond du fourneau un gâteau d'argent d'environ 2 à 300 marcs d'argent : ce métal n'est pas encore entièrement pur ; il contient  $\frac{1}{12}$  d'alliage ou impureté.

(2) Par *cedres de plomb* on désigne ici les cendres qui sont dans un état pulvérulent au milieu de la sole du fourneau ; elles contiennent beaucoup de particules métalliques.

bile : elle consistait en une capsule elliptique, dont le grand diamètre avait 1,14 mètres, et le petit 0,71 : on la remplissait de cendres d'os que l'on battait bien ; on donnait à la surface une forme concave qui avait environ 6 centimètres de profondeur dans le milieu : elle contenait 5 quintaux de plomb au plus. On la mettait dans le fourneau sur des barreaux de fer. Pendant le cours de l'affinage, on plaçait dans deux trous ménagés sur les côtés du fourneau, des saumons du plomb à affiner, de manière à ce qu'ils fussent en contact avec la flamme, et qu'en se fondant successivement, ils fournissent à la capsule de nouveau plomb qui remplaçait celui qui s'était déjà converti en litharge, et qu'on avait fait écouler.

On ne pouvait pas affiner plus de 40 quintaux de plomb, dans une pareille opération, et ordinairement on n'en affinait que 30.

Lorsqu'on affinait de cette manière, en

Plomb d'œuvre. . . . . 140 quint.

On retirait :

Litharge de commerce. . . . . 137

Litharge à révivifier. . . . . 1  $\frac{1}{2}$

Test. . . . . 6

La durée de ce travail était de 105 heures, ou 4  $\frac{1}{2}$  jours.

La quantité de houille consommée, 63 mesures, ou 84 quintaux.

La quantité de cendres employée, 6.

L'affinage à l'anglaise avait un avantage : parmi les produits qu'on en retirait, il y en avait très-peu qui dussent subir un second travail métallurgique : mais, d'un autre côté, on

employait quatre fois plus de tems, et consommait trois fois plus de houille pour affiner la même quantité de plomb : de sorte que ce travail revenait à un plus haut prix.

### ARTICLE III.

#### *Des Réductions ou Rafraîchissemens.*

Les substances plombifères dans lesquelles le métal a été oxydé par quelque une des opérations précédentes, sont repassées à un travail que l'on nomme *rafraîchissement* ou *révivification*, et dont le but est de désoxyder le plomb, et de le réduire à l'état métallique.

Ces substances sont :

1°. Une partie de la litharge provenant de l'affinage.

2°. Le test, l'écume (*abstrich*), et les cendres de plomb provenant du même travail.

3°. Les scories obtenues pendant la réduction des substances précédentes.

#### *§. I. Révivification de la litharge.*

Cette révivification est appelée *pauvre*, à cause du faible contenu en argent des produits qu'on en retire.

Elle se fait dans un fourneau à manche, en tout semblable à celui que l'on emploie pour la fonte des minerais : il est disposé et brasqué de la même manière. Fourneau.

La litharge à réduire n'est mêlée avec aucune autre substance. Composition.

Le combustible que l'on emploie est de la houille non carbonisée. Combustible.

On passe de 3 à 400 quintaux de litharge

dans un fondage : dans un poste ( de 12 heures ) ou en fond 180 quintaux. Ainsi 100 quintaux exigent 7 heures de tems. On emploie 16 mesures ( ou 24 quintaux ) de houille à leur réduction.

**Produit.** On en retire 91 quintaux de plomb de commerce , dont le contenu en argent n'est pas de plus d'un  $\frac{1}{12}$  d'once , et plus de 30 quintaux de scories qui contiennent encore 20 livres de plomb par quintal (1).

**Charges.** Une mesure de houille sert à révivifier 6 quintaux de litharge : le tout est divisé en trois charges.

### §. II. Révivification du test , etc.

La révivification du test ( fond de coupelle ), des écumes, des cendres de plomb, est appelée *riche* , parce que les produits que l'on en retire sont plus riches en argent que ceux de la revivification précédente.

**Fourneau.** Le travail se fait dans un fourneau à manche ; on y passe jusqu'à 600 quintaux dans un fondage.

**Composi- tion.** La composition , c'est-à-dire , le rapport des trois substances à révivifier , dans le mélange que l'on en fait , varie d'un fondage à l'autre ; il se règle d'après la quantité de chacune d'elles qu'on a en magasin. On ajoute à ce mélange des scories provenant de la fonte des minerais , et l'on en met d'autant plus que les matières à révivifier sont plus riches en argent.

**Combustible.** La révivification s'opère avec de la houille non carbonisée.

(1) Je crains qu'il n'y ait quelque erreur dans l'expression de ce produit telle que je l'ai écrite dans mes notes.

Cent quint. de matière sont fondus en 14 heures de tems , et exigent 24 mesures de houille.

L'on en retire communément 66 quintaux de plomb d'œuvre , contenant de  $\frac{1}{2}$  à une once d'argent par quintal , et près de 70 quintaux de scories qui contiennent encore de 5 à 6 livres de plomb par quintal.

Dans un poste on fond 91 quintaux. On emploie une mesure de houille pour quatre quintaux de matière à révivifier.

### §. III. Fonte des scories provenant des révivifications.

Les scories de la révivification *pauvre* , et celles de la *riche* , sont fondues séparément. Les unes et les autres le sont dans un fourneau semblable , pour la forme et la disposition ; à ceux employés dans la fonte des *schlichs*.

On ajoute à ces scories , des crasses qui s'attachent aux parois et au creuset des fourneaux , puis on les mélange avec des fondans et des précipitans , ainsi qu'il suit :

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| Scories mêlées avec les crasses. . . . . | 100 quint. |
| Scories de forges de fer. . . . .        | 10         |
| Matte (sulfure de fer). . . . .          | 10         |
| Pierre calcaire. . . . .                 | 5          |
| Total. . . . .                           | 125        |

Le combustible employé est du charbon de houille ( *coak* ).

La composition ci-dessus est fondue en 16 heures de tems , avec 20 mesures de combustible. Ainsi , par poste de 12 heures , on fond 75 quintaux ; 5 exigent une mesure de charbon de houille.

Tems et quantité de combustible. Produit.

Fourneau.

Composi- tion.





et l'argent contenus dans 20000 quint. de minerai, et 4000 de *schlich*. Cette suite d'opérations dure près d'une année. Le tems qui reste est consacré à quelques essais tendant à perfectionner les procédés déjà en usage.

Toutes les dépenses faites à la fonderie, dans le cours de l'année, étant réparties sur les produits qu'elle livre au commerce, on trouve que les frais reviennent :

Par quintal de plomb et de lithargé, à. . . . . 3,72 fr.  
Par marc (1) d'argent. . . . . 17,50

En comparant les frais d'extraction d'un marc d'argent à Tarnowitz et à Freyberg (2), on a :

|                                                | Tarnowitz.          | Freyberg.           |
|------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Quantité de minerai livré par an. . . . .      | 24000.              | 155000 quint.       |
| Contenu moyen en argent, environ. . . . .      | $\frac{3}{4}$ .     | 3 onces.            |
| Le nombre des marcs extraits est donc. . . . . | 2250.               | 58000 marcs.        |
| Les frais d'extraction par marc. . . . .       | 17,50.              | 7 fr. (à-peu-près.) |
|                                                | par la fonte.       |                     |
|                                                | par l'amalgamation. | 6,5 fr.             |

(1) Il s'agit du marc de Cologne, lequel fait 233,69 grm.

(2) Cette comparaison n'est qu'un aperçu; on ne saurait tirer de conséquence sur les frais absolus de la fonte, vu qu'à Tarnowitz on extrait beaucoup plus de plomb qu'à Freyberg. Le quintal de Freyberg est un peu plus petit, mais le marc est le même.

## NOTE

*Sur un Procédé particulier en usage dans l'Eiffel, pour l'affinage de la fonte.*

Par A. H. DE BONNARD, Ingénieur des Mines et Usines.

DANS quelques forges du pays, vulgairement nommé *Eiffel*, qui comprend une partie des Départemens de la Sarre, de la Roër et de l'Ourthe, on suit pour affiner la fonte de fer une méthode qui n'est employée, à ma connaissance, dans aucune autre partie de la France, et de laquelle on pourrait peut-être dans beaucoup d'endroits faire avantageusement usage (1). Ce que cette méthode a de particulier, consiste à com-

(1) Elle porte dans le pays le nom de *méthode de la vallée de Schleyden*, parce que une grande partie des forges qui en font usage sont situées dans le *Schleydenthal*, sur le ruisseau *Olef*. Ces usines sont en tout au nombre de 17. Plusieurs d'entre elles sont remarquables par le grand nombre d'associés qui sont souvent co-propriétaires d'une seule forge, qui ont chacun leurs magasins séparés, et jouissent de l'usine alternativement pendant un tems plus ou moins long, proportionné au nombre de leurs actions. Ils ont, pour prévenir les passe-droits, et pour rendre, autant que possible, tout égal entre les intéressés d'une même entreprise, des réglemens fort étendus et assez curieux.

mencer la purification de la fonte dans l'intérieur même du haut fourneau, de manière à ce qu'ensuite l'opération de l'affinage proprement dit devienne beaucoup plus prompte et plus facile qu'elle ne l'est par les procédés ordinaires.

Les fourneaux de cette contrée ont de 20 à 21 pieds de hauteur, et ne diffèrent en rien par leur construction de ceux des pays environnans. Le creuset est formé d'un grès sableux assez tendre. Sa paroi antérieure ou la dame, n'est autre chose qu'une pelotte d'argile que l'on enlève en entier à chaque coulée, comme je le dirai en parlant de l'opération.

Les minerais que l'on traite dans ces fourneaux sont de nature limoneuse mêlés d'un peu d'hématite, et rendent 27 à 33 pour 100 de fonte. On ne les remonte guère que dans les couches calcaires qui sont superposées en plusieurs endroits aux grès et aux schistes, dont est formée la masse des montagnes du pays (que l'on doit regarder comme une suite de la chaîne des Ardennes). Ils retiennent toujours malgré, les lavages qu'on leur fait subir, une assez grande quantité de substances calcaires et argileuses, pour qu'on n'ait pas besoin de les mélanger avec aucune espèce de fondant, et qu'on se plaigne au contraire de la trop grande facilité avec laquelle ils entrent en fusion. C'est même cette trop grande facilité que l'on donne pour motif de la nécessité où l'on est de purifier la fonte dans le creuset du fourneau pour pouvoir l'affiner avec avantage.

Il n'y a rien de constant pour la composition des *charges*, ni pour le nombre que l'on en fait par 24 heures. L'intervalle de tems que l'on met entre elles, varie depuis 2 jusqu'à près de 5 heures, selon le caprice des maîtres fondeurs, ou la marche suivie depuis long-tems pour tel ou tel fourneau, et que l'on croit plus appropriée à la nature particulière des minerais qui s'y traitent. On conçoit que les charges sont d'autant moins considérables qu'on les multiplie davantage, mais en général au bout de 24 heures on a passé 20 à 24 *fasses* (1) de charbon, et 30 à 36 *simmers* (2) de minerai.

Pour commencer l'affinage de la fonte, on attend toujours que le creuset soit entièrement rempli, ce qui, à cause de la grande facilité des pierres qui le composent, à se laisser ronger par l'action de la chaleur, a lieu au bout d'un tems qui varie entre 15 à 48 heures, selon l'époque plus ou moins avancée du roulis du fourneau. La quantité de fonte qu'il contient varie aussi suivant les mêmes circonstances et par les mêmes causes depuis 6 à 7 quintaux, jusqu'à près de 3 milliers. Cette fonte est très-charbonnée, et si on la coulait dans cet état, elle serait extrêmement difficile à affiner, et avec un déchet

(1) La *fasse* ou mesure de charbon de ce pays pèse environ 150 livres. 18 *fasses* composent la *benne* ou le *foudre*.

(2) Le *simmer* ou mesure de minerai pèse environ 155 livres. Chaque *simmer* fait 4 *baches*, et 6 *simmers* de minerai composent une voiture attelée d'un seul cheval.

fort considérable, ne produirait, dit-on, que du mauvais fer.

Pour la rendre propre à subir l'opération de l'affinage, on fait plonger le vent des soufflets dans le bain, pendant un tems plus ou moins long, en raison de la capacité du creuset et de la quantité de fonte qui y est contenue. Pour cet effet, le maître fondeur passe un ringard par l'ouverture de la tuyère, et ramasse à la surface du bain un peu de laitier en fusion qu'il applique en dedans du fourneau à la partie supérieure de cette ouverture. Le vent fige bientôt ce laitier, auquel l'ouvrier donne une forme recourbée; de manière que l'air des soufflets venant frapper dans la concavité de ce nez artificiel, est réfléchi et plonge dans le bain qu'il fait fortement bouillonner. Le ringard reste dans la tuyère pour soutenir le nez, et l'effet que le vent produit sur la fonte est assez considérable pour que l'on puisse observer facilement à l'ouverture antérieure du creuset, un mouvement de hausse et de baisse alternatives à la surface du métal. Les laitiers dont il est recouvert durant cette opération, ou qui se forment pendant et par l'opération même, se figeraient très-vite en avant du creuset, et refroidiraient la fonte qu'ils surnagent, si on n'avait soin de jeter de tems en tems à leur surface des morceaux de bois secs; qui s'allument aussitôt et entretiennent la chaleur par leur combustion, malgré cette précaution, ils se solidifient encore assez promptement, et on les retire en plaques légères et boursoufflées.

Pendant que la fonte bouillonne et s'affine dans le creuset, on prépare sur le sol de la fonderie le bassin qui doit la recevoir. Ce bassin est formé de sable mêlé d'une très-forte proportion de poussière de charbon; du reste, sa préparation n'offre rien de particulier, si ce n'est la grande quantité d'eau avec laquelle on arrose à plusieurs reprises le mélange, que l'on brasse en même tems, et auquel on donne la forme nécessaire pour la réception de la gueuse en le battant très-fortement, mais sans jamais pouvoir lui faire acquérir beaucoup de corps, à cause de la grande proportion de charbon qu'il renferme. Ce charbon absorbe beaucoup d'eau, et prévient ainsi une partie des effets fâcheux que pourrait produire la grande abondance de ce liquide, employé probablement par l'ouvrier dans le dessin de rendre sa fonte plus blanche par un refroidissement plus subit; cependant il arrive assez souvent que la fonte saute en l'air en arrivant dans la rigole, et produit des accidens plus ou moins graves.

On fait durer l'immersion du vent et le bouillonnement de la fonte pendant un tems qui varie entre 1 et 5 heures, selon la quantité de matière contenue dans le creuset. On reconnaît que la fonte est assez affinée lorsqu'on aperçoit, tant par le trou de la tuyère que sur le devant du creuset, que le bain lance une grande quantité d'étincelles qui ne sont autre chose que du fer en combustion. Le fondeur s'occupe alors de faire la coulée: pour cet effet, il sape avec un ringard le pourtour entier de la masse

d'argile qui remplace la pierre de la dame, il soulève ensuite cette masse, et fait passer la fonte par-dessous elle. Bientôt après, il la jette de côté, et la fonte coule par l'ouverture entière, qui a environ 10 pouces en carré. Elle lance en coulant une grande quantité d'étincelles blanches et brillantes jusqu'à plus de 3 pieds de hauteur. On la recouvre aussitôt, sur-tout dans le voisinage du fourneau, avec beaucoup de poussière de charbon, et on l'arrose avec une grande quantité d'eau. Elle se refroidit et se fige alors à la surface en se couvrant de pustules larges et nombreuses, et long-tems après que toute la surface est solidifiée, il reste encore plusieurs petits foyers qui contiennent à lancer des étincelles, et qui lorsqu'ils s'éteignent enfin forment des pustules plus boursoufflées ou plus profondes que les autres.

La grande quantité d'eau et de charbon qui enveloppe la fonte, et que l'on jette à sa surface, occasionne la formation de beaucoup de gaz hydrogène carboné, dont la combustion produit dessus et tout autour de la gueuse une flamme bleuâtre, qui unie aux étincelles nombreuses lancées par le bain de fonte, forment de cette coulée un spectacle assez agréable.

Pendant que la fonte coule, on enlève le ringard que l'on avait placé dans la tuyère, et le nez qu'il soutenait, tombe ordinairement de lui-même.

Pour boucher le creuset, on jette d'abord

devant son ouverture plusieurs pelletées de poussière de charbon mêlées de sable, et quelque tems après on applique derrière cette espèce de muraille, une masse de terre grasse qui forme, en se séchant, une paroi assez solide, destinée à être renversée à la coulée suivante.

Pendant toute la durée de l'opération, les charges descendent très-lentement, parce que presque tout l'air étant employé à l'affinage de la fonte, il se brûle fort peu de charbon. Aussi la marche de ces fourneaux est-elle considérablement retardée, et leur produit n'est-il ordinairement que d'environ 50 milliers par mois. On a vu que la proportion de charbon employée dans les charges était assez forte, et qu'aussi la fonte, telle qu'elle arrive dans le creuset, était très-charbonnée. Elle doit pour cette raison être extrêmement liquide, et renfermer beaucoup de laitiers, qui s'unissent en général d'autant plus facilement à la fonte que celle-ci est plus facilement fusible. L'action du vent qui plonge dans le bain doit être de brûler une partie du carbone uni au métal, de diminuer sa fusibilité, de séparer par conséquent une partie des laitiers combinés avec lui, et ainsi de commencer véritablement sous un double rapport l'opération de l'affinage. Lorsque la plus grande partie du carbone est brûlée, et que le métal a acquis un degré d'oxydation tel que la continuité de l'action du vent produirait plus de tort que d'avantage en brûlant beaucoup de fer, (ce que l'on reconnaît au moment où le bain com-

mérite à jeter de nombreuses étincelles), on arrête l'opération. La fonte a encore conservé alors un degré de fusibilité suffisant pour couler avec assez de facilité, mais elle a une cassure blanche et brillante, et prouve, par tous ses caractères, qu'elle est peu carbonée et fort oxydée. Cette nature, ainsi que le degré de pureté auquel elle est parvenue, sont des indices certains du peu de difficulté que doit présenter son affinage, qui s'opère en effet avec assez de promptitude.

On l'exécute à la méthode *Vallonne*, c'est-à-dire, en deux opérations. Par la première, on fond la gueuse dans un *feu d'affinerie* (*frisch feuer*), et on en forme en trois quarts-d'heure, et sans presque aucun travail de la part de l'affineur une loupe dont le poids varie de 50 à 80 livres. Cette loupe est cinglée sous le marteau, puis on la réchauffe dans un *feu de chaufferie* (*hämmer feuer*), et on la reporte sous le marteau, où elle est coupée, étirée et forgée.

L'affinerie va jour et nuit : la *chaufferie* va seulement 16 heures par jour. On forge ordinairement en 24 heures 20 quintaux de fer, en consommant 2330 livres de fonte, pour obtenir ce résultat, et en brûlant 27 fasses ou environ 4 milliers de charbon, dont deux tiers à l'affinerie, et un tiers à la *chaufferie*. On fait usage dans les deux feux de tous les menus charbons que l'on ne peut pas employer dans les forges ordinaires, à cause du peu de chaleur qu'ils fournissent dans leur combustion. Cette particularité tient à la facilité avec laquelle la gueuse

s'affine, à cause du peu de laitier et de carbone qu'elle contient. On pourra remarquer en outre que le déchet qu'elle éprouve est beaucoup inférieur à celui que fait éprouver l'affinage des fontes de la plupart de nos hauts fourneaux, et enfin on verra, en calculant la totalité du charbon brûlé pour convertir le minerai en fer forgé, qu'elle est environ 4,3 parties pour une partie de fer, résultat au-dessous de celui que donne un calcul semblable pour le plus grand nombre des usines qui emploient des minerais de nature analogue à ceux de l'*Eiffel*.

En considérant avec un peu d'attention le procédé qui a fait l'objet de cette note, on verra que son but et son effet sont absolument les mêmes que ceux du travail exécuté en Angleterre, que j'ai décrit sous le nom de *préparations de la fonte*, et que l'une de ces deux opérations pourrait aisément être substituée à l'autre. Il resterait à examiner laquelle doit être préférée, mais c'est une question sur laquelle il est impossible de décider sans avoir fait au préalable des expériences nombreuses et suivies sur chacune d'elles, et dont la solution tiendrait probablement toujours, au moins en partie, à des convenances locales. Il paraît que la méthode anglaise doit consommer une plus grande quantité de combustibles, toutes choses égales d'ailleurs, (c'est-à-dire, en supposant l'affinage exécuté ensuite de la même manière), mais elle présente le grand avantage de ne pas arrêter la marche du fourneau, et de permettre par conséquent une fabrication beaucoup plus

considérable. Au reste, l'une et l'autre doivent, d'après ma manière de voir, être regardées comme un perfectionnement apporté à l'opération de l'affinage, et il est probable qu'on trouverait de l'avantage à les mettre en pratique dans les usines où l'on obtient des fontes très-carbonées.

## SUR LA PROPAGATION DU SON.

Par M. HASSENFRATZ.

LES expériences dont nous allons rendre compte, ont été faites dans des carrières situées au-dessous de Paris; comme elles peuvent facilement être répétées dans l'intérieur des mines, et qu'il est possible qu'elles soient de nature à conduire à des résultats qui pourraient devenir, dans certaines circonstances, utiles à l'art même de l'exploitation des mines, nous avons pensé que nos lecteurs nous sauraient gré de leur faire connaître le Rapport suivant, que deux savans illustres ont fait à l'Institut national, sur les expériences dont nous voulons parler.

*Rapport fait à la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut national, le 13 brumaire an 13, sur un Mémoire de M. Hassenfratz, relatif à la propagation du son (1).*

« La Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut, nous ayant chargés, M. de Laplace et moi, d'examiner un Mémoire de M. Hassenfratz, sur la propagation du son, nous allons lui en rendre compte.

» Les physiciens ont reconnu, depuis longtemps, que l'air n'est pas le seul milieu qui soit susceptible de transmettre les sons. On avait remarqué qu'un timbre mis en vibration dans un récipient purgé d'air, se fait entendre d'une manière très-sensible, lorsque son support

(1) La Commission était composée de MM. Laplace et Haüy.

repose immédiatement sur la platine de la machine pneumatique. Une autre expérience très-familière, est celle dans laquelle on entend distinctement le choc d'une épingle contre une des extrémités d'une porte, lorsqu'on applique l'oreille à l'autre extrémité. On a fait aussi des observations sur la propagation du son à travers l'eau, et différentes substances aëriiformes. Mais on s'était peu occupé jusqu'ici de comparer la vitesse du son propagé par l'intermède de l'air, avec celle qui a lieu à travers les autres corps, et d'étendre cette comparaison à l'identité du son, mesurée d'après la différence des distances auxquelles on cesse de l'entendre, suivant qu'il est transmis de l'une ou l'autre manière (1).

» M. Hassenfratz s'est proposé de remplir ces deux objets par rapport à différens corps solides, à l'aide des expériences décrites dans son Mémoire, et dont il a fait une partie conjointement avec M. Gay Lussac. Étant descendu dans une des carrières situées au-dessous de Paris, il chargea quelqu'un de frapper avec un marteau contre une masse de pierre qui formait le mur

(1) M. Pérolle, membre de l'Académie des Sciences de Turin, a publié, dans le *Journal de Physique*, tome 49, page 382, une suite d'expériences sur la propagation du son, dont une avait pour but de prouver qu'elle se suit beaucoup mieux à travers le bois qu'à travers l'air. Ce physicien s'étant bouché les oreilles de manière à ne plus entendre les battemens d'une montre à 4,3 millimètres de distance, parvint à les distinguer, même beaucoup mieux que s'il eût laissé ses oreilles ouvertes, en employant un cylindre de bois de près de 5 décimètres de longueur, dont une extrémité était en contact avec la montre, et l'autre avec les parties du cartillage de l'oreille.

d'une des galeries pratiquées dans ces carrières. Pendant ce tems il s'éloignait peu-à-peu du point où la percussion avait lieu, en appliquant une oreille contre la masse de pierre. Bientôt il distingua deux sons, dont l'un était transmis par la pierre et l'autre par l'air. Le premier qui s'affaiblissait beaucoup plus rapidement, à mesure que l'observateur s'éloignait, cesse d'être entendu à la distance de 134 pas (1), et le second, auquel l'air servait de véhicule, ne s'éteignit qu'à la distance de 400 pas. De plus, le son transmis par la pierre, arrivait à l'oreille beaucoup plus promptement que celui dont la propagation se faisait à travers l'air.

» Dans une autre expérience, M. Hassenfratz a remarqué que la dimension des pierres qui composaient les masses, et le nombre des points qui en interrompaient la continuité, influent sur la distance à laquelle on cessait d'entendre le son.

» Des corps de diverses natures, tels que des barrières de bois, et des suites de barres de fer, disposées sur une longueur plus ou moins considérable, soumis aux mêmes expériences, ont donné des résultats analogues, avec cette différence, que le son transmis par le bois, se propageait beaucoup plus loin que celui qui était transmis par l'air.

» L'auteur a observé de plus que la transmission du son à travers les corps solides, était sensiblement instantanée, du moins dans les distances auxquelles ses expériences ont été limitées, et dont la plus grande était de 210 pas.

(1) Le pas indiqué ici est de 2 pieds  $\frac{1}{2}$  = 81 centimètres.

» Dans le cours des mêmes expériences, MM. Hassenfratz et Gay Lussac, crurent remarquer que les sons graves avaient une plus grande vitesse que les sons aigus, ce qui ne s'accordait pas avec la théorie qui donne pour les uns et pour les autres la même vitesse. Mais, M. Hassenfratz ayant fait depuis des expériences directes, dans la vue d'éclairer la difficulté, s'est assuré que la différence n'était qu'apparente, et provenait des répétitions que subissait le son en se réfléchissant contre des obstacles voisins, de manière que quand l'expérience se faisait dans un lieu où les rayons sonores pouvaient s'étendre sans être arrêtés, les deux sons arrivaient en même-tems à l'oreille.

» M. Hassenfratz conclut de ses observations, que la *vitesse* du son est différente suivant les divers milieux qui les propagent; qu'elle est beaucoup plus considérable, lorsque la propagation se fait à travers un corps solide, que quand c'est l'air qui est la véhicule du son; qu'enfin les sons graves et les sons aigus ont la même vitesse, ainsi que l'indique la théorie.

» Le Mémoire de M. Hassenfratz renferme des faits intéressans, et d'autant mieux constatés, que les expériences qui en ont fourni les preuves, ont été faites en grand avec le soin convenable, et variées de plusieurs manières. Nous pensons que ce Mémoire mérite d'être approuvé par la Classe, et imprimé parmi ceux des savans étrangers ».

ANALYSE

## ANALYSE

## DU SCHILLERSPATH (1).

Par J. J. DRAPPIER, Répétiteur de chimie à l'Ecole Polytechnique.

LES Allemands ont donné le nom de *schillerspath* à une substance minérale, châtoyante, composée de lames qui répandent un éclat très-vif et presque métallique. Ces lames sont disposées de manière que si l'on fait varier leur position l'éclat disparaît totalement, et la substance n'offre plus qu'un aspect terne: leur couleur varie, depuis le vert de différentes nuances, jusqu'au *jaune de laiton* ou plutôt de *bronze*, et passe quelquefois au *blanc d'argent*.

Le schillerspath a été trouvé dans plusieurs pays, et principalement au Hartz. Il est facile à broyer; sa poussière est onctueuse. La forme de ses lames paraît être, d'après M. Emmerling, un hexaèdre régulier; ce dernier caractère, et les principes composans de cette substance, la rapprochent beaucoup du mica. Voyez la *Minéralogie de M. Brochant*, tom. 1<sup>er</sup>, pag. 421.

A. Cinq grammes de schillerspath, réduit en poussière très-fine, chauffés au rouge, pendant

(1) On n'a pris pour cette analyse que les parties qui paraissent le plus homogènes et qui avaient le brillant métallique.



une demi-heure, dans un creuset de platine, ont perdu 0,<sup>gr</sup>50 de leur poids; les 4,<sup>gr</sup>50 qui restaient après la calcination, ont été mélangés avec trois parties de potasse bien pure et soumis de nouveau à l'action du feu: dès que le mélange fut parfaitement fondu, il a été détaché du creuset au moyen de l'eau distillée, et dans cet état, il s'est dissout entièrement dans l'acide muriatique. Cette dissolution évaporée à une douce chaleur et jusqu'à siccité, a laissé un résidu soluble dans l'eau, à l'exception d'une matière blanche grenue indissoluble dans les acides, présentant toutes les propriétés de la silice. Cette matière recueillie sur un filtre, lavée avec soin et chauffée jusqu'au rouge, pesait 2,<sup>gr</sup>05.

*B.* De la solution de carbonate de soude versée dans la dissolution muriatique, a donné lieu à la formation instantanée d'un précipité brun qui a été séparé par la filtration et bien édulcoré.

*C.* Le liquide filtré, évaporé jusqu'à siccité dans un vase de porcelaine, a donné, après avoir été délayé dans l'eau, un dépôt blanc, qui bien lavé et fortement calciné, pesait 1,<sup>gr</sup>475. La substance du dépôt combiné avec l'acide sulfurique, a formé un sel amer ayant toutes les propriétés du sulfate de magnésie. Ce sel s'est dissout dans l'eau, excepté une petite quantité de matière reconnue pour du sulfate de chaux.

*D.* De la potasse caustique mise en digestion sur le précipité encore humide, obtenu par le carbonate de soude, expérience *B*, a dissout de

l'alumine; cette terre a été séparée en saturant l'alkali par un acide, et en y ajoutant de la solution de carbonate de potasse; après avoir été bien lavée et desséchée, elle pesait 0,<sup>gr</sup>10.

*E.* Le résidu ferrugineux non dissout par la potasse caustique, lavé et séché, pesait 0,<sup>gr</sup>75. Pour savoir s'il n'avait pas retenu de substances terreuses, il a été mis en digestion avec de l'acide nitrique concentré, ensuite évaporé et lavé de nouveau, en versant dans les eaux de lavage de la solution de carbonate de soude, il s'est déposé une petite quantité de matière terreuse, ayant les propriétés de l'alumine et pesant 0,<sup>gr</sup>057. Cette portion d'alumine qui paraît avoir échappé à l'action de la potasse caustique, et celle qui a été recueillie précédemment, expérience *D*, pesaient 0,<sup>gr</sup>175; mais il faut en déduire une certaine quantité de chaux; car lorsque cette alumine fut dissoute par l'acide sulfurique, il s'est formé un peu de sulfate de chaux, lequel, joint à celui qui a été retiré du sulfate de magnésie, expérience *C*, pesait, après avoir été calciné, 0,<sup>gr</sup>13, ce qui donne 0,<sup>gr</sup>05 de chaux, en admettant 0,<sup>gr</sup>41 de cette terre dans le sulfate de chaux fortement desséché. Comme la perte, par la calcination, paraissait considérable, il était important de connaître la substance qui se volatilisait pour y parvenir; cent parties de schillerspath ont été fortement chauffées dans une cornue, à laquelle on avait adapté un petit appareil propre à recueillir les substances volatiles, mais il ne s'est dégagé que

de l'eau parfaitement pure. Il est facile de voir, d'après cette analyse, en faisant les réductions convenables, que le schillerspath contient, pour 100 :

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| Silice. . . . .       | 41  |
| Magnésie. . . . .     | 29  |
| Alumine. . . . .      | 3   |
| Chaux. . . . .        | 1   |
| Oxyde de fer. . . . . | 14  |
| Eau. . . . .          | 10  |
|                       | 98  |
| Perte. . . . .        | 2   |
| Total. . . . .        | 100 |

## TABLEAU

*Des Analyses comparées du Schillerspath (1).}*

|                   | ANALYSE<br>par M. Heyer. | ANALYSE<br>par M. Gmelin. | ANALYSE<br>par M. Drappier. |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Silice. . . . .   | 52,00. . . .             | 43,70. . . .              | 41                          |
| Magnésie. . . .   | 6,00. . . .              | 11,20. . . .              | 29,00                       |
| Alumine. . . .    | 23,33. . . .             | 17,90. . . .              | 3,00                        |
| Chaux. . . . .    | 7,00. . . .              | 00,00. . . .              | 1,00                        |
| Oxyde de fer. . . | 17,50. . . .             | 23,70. . . .              | 14,00                       |
| Eau. . . . .      | 00,00. . . .             | 00,00. . . .              | 10,00                       |
| Perte. . . . .    | 00,00. . . .             | 3,50. . . .               | 2,00                        |
|                   | 105,80. . . .            | 100,00. . . .             | 100,00                      |

(1) Ces Analyses sont extraites de la *Minéralogie de M. Brochant*, tome 1, page 422.

## TRAITÉ

## DE MÉCANIQUE CÉLESTE;

PAR M. LAPLACE, Chancelier du Sénat-Conservateur,  
Grand-Officier de la Légion d'honneur, Membre de  
l'Institut et du Bureau des Longitudes de France,  
etc. etc. (1).

Extrait par M. BIOT.

PARMI les applications des mathématiques, il n'en est point qui soit plus propre que l'Astronomie, à donner une idée de la force et de la puissance du calcul. La connaissance des mouvemens célestes exige, à la vérité, de longues suites d'observations exactes; mais les observations seules ne suffiraient pas, car elles ne peuvent servir à prévoir les phénomènes que quand on connaît les lois auxquelles elles sont assujetties. Pour découvrir ces lois, il faut d'abord établir les principes de la mécanique, et chercher ensuite quelles sont les forces qui doivent animer les corps célestes pour que leurs mouvemens soient conformes aux observations. On arrive ainsi à tirer des phénomènes une loi générale qui est celle de la pesanteur universelle; ce résultat une fois admis, sert, comme principe général, pour prévoir et calculer les mouvemens des astres; on en déduit, par une première approximation, le mouvement elliptique, qui aurait lieu s'il n'existait dans l'espace que deux corps qui s'attirent mutuellement. On a ensuite égard aux *perturbations* provenant de l'action secondaire des corps éloignés. Cette action dépend à la fois de la distance de ces corps, de leur forme et de leur masse; or, en étendant à chaque molécule le principe de

(1) Tome IV. Prix, 15 francs, ainsi que chacun des volumes précédens.

A Paris, chez Courcier, Libraire, quai des Augustins.

la gravitation, on voit que la force attractive d'un corps dépend de sa figure, laquelle, à son tour, est déterminée par des forces extérieures, et les attractions mutuelles des particules dont le corps est composé. Ces considérations appliquées aux corps célestes, donnent la raison de leur forme arrondie, de leur ellipticité, et font voir qu'elles sont la conséquence nécessaire de la combinaison de l'attraction avec la force centrifuge. Elles expliquent les cas singuliers, où cette forme arrondie a pu être remplacée par une surface annulaire, comme cela a lieu dans l'anneau de Saturne considéré comme un amas de satellites adhérens les uns aux autres. Ces mêmes principes appliqués aux couches fluides ou aériformes qui recouvrent des corps solides, font connaître la cause et les lois des oscillations diurnes de la mer et des agitations de l'atmosphère; enfin on en déduit tous les mouvemens des corps célestes autour de leur centre de gravité: car ces mouvemens sont des résultats de leur figure et de l'attraction exercée sur eux par les corps étrangers.

Ce sont là, en quelque sorte, les phénomènes généraux du système du monde: il reste à appliquer particulièrement ces méthodes à chacun des corps de notre système planétaire, car il existe pour chacun d'eux des circonstances influentes auxquelles il faut sur-tout avoir égard, et d'autres dont l'action devient insensible, et qu'il est permis de négliger. Il est extrêmement utile d'introduire ces simplifications dans le calcul qui, sans elles, deviendrait inextricable; mais il faut beaucoup d'art pour les démêler. C'est à force de les rechercher et de les étudier dans leurs petits détails, que l'on parvient à donner à la théorie des planètes et de la lune, la perfection qu'elle a aujourd'hui, perfection telle que l'exactitude des tables astronomiques est souvent égale, et quelquefois supérieure à celle des observations. Ces théories particulières étant calculées, on en peut déduire la mesure exacte de certains phénomènes qui y concourent, et dont l'influence se trouve introduite dans le calcul comme une indéterminée; c'est ainsi que la masse de la lune se déduit des observations des marées, et de plusieurs autres phénomènes, où cet astre exerce son attraction: c'est ainsi que l'applatissage de la terre, cause de la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe ter-

restre, peut se conclure de l'observation de ces effets, ou peut se déduire encore de plusieurs inégalités que l'action du sphéroïde terrestre cause dans le mouvement de la lune; rapports que M. Laplace s'est attaché depuis long-tems à rechercher et à développer. Enfin, il reste à faire de même les applications des formules analytiques aux mouvemens des satellites, qui dans leurs révolutions rapides autour de leurs planètes, nous offrent l'image anticipée des phénomènes qui doivent arriver par la suite des siècles dans le mouvement des planètes autour du soleil; et si, à ces résultats, on ajoute les considérations physiques qui peuvent contribuer à l'exactitude des observations, comme la théorie des réfractions astronomiques, et l'examen de quelques causes subtiles qui pourraient agir presque imperceptiblement sur les mouvemens célestes, comme l'impulsion de la lumière, ou la transmission successive de la gravité, on aura le cadre complet de tous les phénomènes astronomiques, et le plan de la *Mécanique céleste*. C'est ce cadre que M. Laplace a rempli; c'est là le plan qu'il s'était tracé, qu'il a développé dans les premiers volumes de son immortel ouvrage, et dont il vient d'achever l'exécution dans le volume que nous annonçons aujourd'hui.

Il y expose d'abord les théories particulières des satellites de Jupiter, dont les mouvemens si curieux par eux-mêmes, acquièrent encore un nouvel intérêt par l'utilité qu'ils présentent dans la détermination des longitudes. M. Laplace développe d'abord les équations de leurs mouvemens, les intègre, et obtient ainsi les expressions de leurs diverses inégalités. Ces inégalités sont peu différentes de celles des planètes et de la lune, mais elles sont liées les unes aux autres par des rapports extrêmement remarquables qui ont la plus grande influence dans toute cette théorie. Ces rapports, que l'on pourrait nommer les *Lois de Laplace*, comme on a nommé les Lois de Képler, ceux qui ont été découverts, dans le mouvement des planètes, par ce grand astronome, tiennent à la proximité des trois premiers satellites de Jupiter; proximité qui donnant plus d'influence à leurs attractions mutuelles, les force d'observer certains rapports dans leurs positions: et ces rapports ne sont pas seulement momentanés ou bornés à une durée de quelques révolutions; M. Laplace prouve par leur durée même, et par l'exactitude

avec laquelle ils s'observent, qu'ils ont toujours existé, et qu'il n'est pas même nécessaire pour cela que dans l'origine des choses, les trois premiers satellites aient été placés précisément comme ces rapports l'exigent, mais il suffit que leurs positions aient été peu différentes de ces rapports, après quoi l'effet de leurs attractions mutuelles, en les ramenant aux positions exigées, a rétabli leurs rapports pour toujours.

Les orbites des satellites éprouvent avec le tems des changemens analogues aux grandes variations des orbites planétaires. Leurs perturbations qui dépendent des masses des satellites, ainsi que de la masse et de l'applatissément de Jupiter, fournissent les données les plus exactes pour déterminer ces élémens. M. Laplace les expose avec beaucoup d'étendue. Il trouve ainsi que le grand diamètre de Jupiter étant pris pour unité, son petit axe est exprimé par le nombre 0,9287. Ce rapport diffère très-peu de celui que donnent les observations directes, et il en résulte une nouvelle preuve de cette vérité, que la pesanteur des satellites vers la planète principale, se compose des attractions de toutes leurs particules.

Ce n'est pas tout que d'embrasser les phénomènes dans des formules analytiques qui en font connaître les lois. Il faut encore introduire les quantités numériques dans les formules, afin de les convertir en tables qu'il suffit ensuite de consulter. C'est ce que l'on appelle des *Tables astronomiques*. Il y a déjà long-tems que M. Delambre s'était chargé de cette tâche pour les satellites de Jupiter, en se servant des formules que M. Laplace avait trouvées. Il a repris de nouveau ce travail avec sa patience, son habileté et son succès ordinaire. Il a discuté pour les nouvelles formules une multitude d'éclipses observées depuis la formation de ces premières tables, ou qu'il n'avait pas pu employer. Ces éclipses déterminent comme autant de points de l'orbite, et on les combine de la manière la plus favorable pour faire ressortir chaque élément. Mais cet examen fait avec toute la rigueur imaginable, n'a donné que très-peu de changemens aux anciens résultats, et l'on peut dire que les nouvelles tables dressées par M. Delambre, atteignent une précision aussi grande que les observations mêmes.

Ces résultats numériques donnent, comme on vient de

le dire, les moyens de mesurer exactement les masses des satellites qui, par la petitesse et l'éloignement de ces corps, auraient échappé pour toujours aux observations directes, et semblaient ainsi devoir nous être toujours inconnues.

Les éclipses du premier satellite ont fait connaître par leurs retours la vitesse de la lumière, qui depuis a été déterminée avec plus d'exactitude par le phénomène de l'aberration. Mais les observations de ce satellite s'étant accumulées avec le tems, M. Delambre les a discutées de nouveau, et il a retrouvé pour l'aberration précisément la même valeur qui avait été assignée par le célèbre astronome Bradley, à qui les sciences sont redevables de cette brillante découverte. Cette identité de résultats prouve que la vitesse de la lumière sur l'orbite de la terre où se produit l'aberration, est la même que dans toute l'étendue de l'espace qu'elle traverse en se transmettant de Jupiter jusqu'à nous.

Ces résultats nouveaux ne sont pas les seuls que M. Laplace déduit de sa théorie perfectionnée, il explique encore les lois de plusieurs phénomènes qui avaient long-tems embarrassé les astronomes, et dont les variations étaient trop compliquées pour qu'il fût possible d'en découvrir la marche par la simple observation.

Mais quelle que soit la perfection à laquelle un homme de génie arrive, il cherche encore les moyens d'atteindre à quelque chose de plus parfait. La théorie des satellites est fondée principalement, comme on vient de le dire, sur les observations de leurs éclipses. M. Laplace donne les formules nécessaires pour les déterminer avec exactitude, et pour en déduire, avec toute la précision possible, les résultats qu'elles peuvent donner. Il invite les astronomes à observer avec soin l'entrée des satellites sur le disque de Jupiter, leur sortie, et celle de leurs ombres. Il montre les avantages que ces observations pourraient avoir pour déterminer la grandeur des disques des satellites, et plusieurs autres élémens de leur théorie.

Les observations des satellites de Saturne étant beaucoup plus difficiles que celles des satellites de Jupiter, leur théorie est bien moins avancée. A peine connaît-on exactement la durée de leurs révolutions et les rayons de leurs orbites. Mais la position de ces orbites présente un phénomène remarquable et observé depuis long-tems. Il consiste en ce

que les orbes des six premiers satellites paraissent être dans le plan prolongé de l'anneau, tandis que le septième s'en écarte très-sensiblement. Cette particularité tient à ce que ce satellite est beaucoup plus éloigné de Saturne que les six autres, qu'ainsi l'ellipticité de Saturne a sur lui beaucoup moins d'influence, tandis qu'au contraire celle du soleil en a davantage. M. Laplace développe ce phénomène avec étendue.

Nous sommes encore moins instruits relativement aux satellites d'Uranus. M. Laplace montre, d'après les observations de Herschell, que l'aplatissement de cette planète combiné avec l'attraction des satellites, peut maintenir toutes leurs orbites à-peu-près dans un même plan, conformément aux observations.

M. Laplace s'occupe ensuite du calcul des perturbations que les comètes éprouvent. La petitesse de ces astres est cause qu'ils subissent des dérangemens considérables. Mais l'étendue et l'allongement de leurs orbites ne permettent pas d'en comprendre le cours dans une seule formule, comme on fait pour les planètes dont l'orbite est peu différente d'un cercle : il faut donc calculer séparément et successivement les perturbations des comètes pour les diverses portions de leurs orbites que l'on a besoin de considérer, et M. Laplace donne les méthodes nécessaires pour cet objet.

Il applique ensuite ces formules à la comète de 1770 qui, après avoir paru d'abord dans une orbite de cinq ans et demi, n'a pas été revue ensuite. M. Laplace fait voir que ce phénomène peut être dû à l'attraction de Jupiter, qui, en changeant une première fois l'orbite de la comète, l'aura rendue visible, d'invisible qu'elle était d'abord, et qui à une seconde révolution l'a, par une attraction contraire, éloignée pour toujours de nos regards. Il résulte de ces calculs, que la comète a traversé le système des satellites de Jupiter sans y causer de dérangement sensible : elle n'a pas non plus influé d'une manière sensible sur la durée de la révolution annuelle de la terre, ou de l'année sydérale ; d'où M. Laplace conclut que sa masse a dû être extrêmement petite, et certainement moindre que la cinq-millième partie de la masse de la terre. Il paraît qu'il en est ainsi de toutes les comètes.

Voilà tout ce qui concerne, à proprement parler, la

théorie et le calcul des mouvemens célestes ; pour compléter la connaissance de ces mouvemens, il ne reste qu'à donner aux observations la dernière exactitude. Une des principales causes qui peuvent les écarter encore de ce terme si désiré, ce sont les réfractions que les rayons lumineux éprouvent en traversant l'atmosphère. A la vérité, on est déjà parvenu à les mesurer avec une certaine précision ; mais il y restait encore quelque incertitude, et l'on n'en doit pas être étonné quand on considère que la chaleur de l'air, sa densité, les vapeurs qui y sont suspendues ; en un mot, que toutes les modifications que l'atmosphère éprouve, concourent à y produire des variations. M. Laplace a repris cette théorie en entier, en s'appuyant sur les résultats les plus récents et les plus précis de la physique, et en les soumettant à une analyse très-fine et très-délicate. On y distingue principalement une méthode fort simple pour obtenir, dans tous les cas, les valeurs approchées des réfractions au moyen des fractions continues. Cette théorie exige la connaissance de la loi, suivant laquelle la chaleur décroît à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère. M. Laplace commence par montrer les inexactitudes de toutes celles qui ont été proposées jusqu'à présent ; il en donne ensuite une autre, dans laquelle il s'assujettit à représenter à la fois les observations des réfractions, celles du baromètre sur les montagnes, et les expériences faites directement sur cette diminution dans les voyages aérostatiques. Revient ensuite au calcul des réfractions, il considère d'abord le cas où le rayon lumineux fait avec l'horizon un angle plus grand que douze degrés, et il prouve qu'alors il suffit d'avoir égard, dans le calcul, à l'état de l'air dans le lieu de l'observation, état indiqué par le baromètre et le thermomètre. Au-dessous de ce terme, il faut avoir égard aux variations de densité et de température des diverses couches d'air dans lesquelles le rayon passe, et la résolution de ce problème, qui comprend ce que l'on nomme les *réfractions terrestres*, donne lieu à M. Laplace de développer plusieurs procédés d'analyse très-ingénieux. Enfin il montre que l'influence de l'humidité de l'air sur les réfractions est tout-à-fait insensible, parce que si la force réfractive de la vapeur acqueuse est plus grande que celle de l'air, cet excès est compensé presque exactement par sa densité qui est moindre.

En général, ce chapitre qui traite des réfrations, est un des plus beaux de l'ouvrage; il intéressera également les physiciens et les géomètres, et il offre un modèle parfait de l'art avec lequel il faut soumettre au calcul les phénomènes naturels.

A la suite de ces recherches, l'auteur en a placé d'autres qui s'y rapportent naturellement: ce sont des formules pour la détermination des hauteurs par les observations du baromètre, et le calcul de l'affaiblissement que la lumière éprouve en traversant l'atmosphère du soleil et celle de la terre.

M. Laplace donne ensuite le calcul d'un phénomène dû au mouvement de la terre, et qui a depuis quelques années occupé plusieurs physiciens. C'est la déviation des corps qui tombent d'une grande hauteur; déviation produite par la plus grande vitesse de rotation que cette hauteur leur donne, et qui se conservant pendant leur chute, les fait avancer un peu le point correspondant de la terre, et tomber à l'orient de la verticale. Cette dissertation avait déjà été insérée par M. Laplace dans le *Bulletin de la Société philomatique*.

L'auteur examine ensuite les variations séculaires que peuvent éprouver les mouvemens des astres par l'impulsion des rayons de la lumière et la transmission successive de la gravité. En comparant les résultats de cette théorie avec les mouvemens observés, la petitesse insensible de ces effets le conduit à prouver que le soleil n'a pas perdu depuis deux mille ans la deux-millionième partie de sa substance. Il en résulte encore que l'action de ces causes sur l'équation séculaire de la lune est tout-à-fait insensible, et ainsi cette équation est due entièrement aux variations de l'excentricité de l'orbite terrestre, comme M. Laplace l'a prouvé depuis longtemps.

Ce volume est terminé par un supplément aux théories de la lune et des planètes, dont les formules se trouvent dans les volumes précédens. Ces formules réduites en tables, ont offert une exactitude pour ainsi dire inespérée. M. Laplace s'est encore efforcé de les revoir avec un plus grand soin, et il y a découvert quelques nouvelles inégalités qui leur donneront, s'il est possible, une correction encore plus grande.

Tel est le tableau abrégé des résultats contenus dans la Mécanique céleste, et particulièrement dans ce dernier

volume. C'est assez, sans doute, pour montrer l'étendue de ce grand Ouvrage, mais non pas pour en faire sentir tout le prix. Les formules qu'il renferme fixeront pour longtemps l'état du ciel. Après avoir servi de règle aux astronomes de notre âge, elles guideront encore les observateurs des siècles futurs, et leurs travaux auront souvent pour objet le développement des pensées qu'ils y auront puisées. Tel a été le sort du livre des *Principes* publié par le grand *Newton*. Il ne reste plus à l'auteur de la Mécanique céleste, qu'à tracer d'une main libre l'histoire de ces découvertes si honorables pour l'esprit humain; et il pourra d'autant mieux le faire, qu'ayant été lui-même un de ceux qui ont le plus découvert, il aura à la fois la profondeur de vue qui fait apprécier les résultats, et l'élévation d'esprit qui fait rendre à chacun ce qui lui appartient.

On a douté souvent si l'esprit humain a toujours marché d'une manière progressive, ou si des révolutions funestes l'ont fait plusieurs fois rétrograder. Mais s'il est permis d'espérer que l'art de l'imprimerie et le progrès universel des lumières le préservent désormais de ces affreux malheurs, combien ne se sent-on pas élevé à l'aspect de ces grands Ouvrages, où se déposent, pour ainsi dire, les méditations séculaires du genre humain, et qui pourraient maintenant concevoir des bornes à la puissance de la pensée, lorsque toutes ses forces se concentrent ainsi de jour en jour, et étendent continuellement leurs progrès? Puisse l'Europe, puisse le monde civilisé, accorder toujours son estime et sa reconnaissance à ces conceptions du génie, sources fécondes des lumières de notre postérité! Et s'il est vrai qu'il existe des écrivains assez peu dignes de ce nom, pour vouloir arrêter un si bel essor, ne craignons pas leurs déclamations insensées: ils ne recueilleront de leurs efforts que la preuve de leur faiblesse, et le mépris de l'avenir, si toutefois ces noms obscurs peuvent jamais y pénétrer.

## A N N O N C E S

CONCERNANT les Mines, les Sciences et les Arts.

I. Manuel du Minéralogiste et du Géologue Voyageur ; par C. P. Brard. *A Paris, de l'Imprimerie de Feugneray ; et chez l'Auteur, rue Saint-Denis, N<sup>o</sup>. 33, près celle de la Ferronnerie. An XIII — 1805.*

M. BRARD, en publiant cet intéressant Ouvrage, s'est appliqué essentiellement à resserrer les faits dont la connaissance est nécessaire à l'étude des minéraux, de manière à pouvoir présenter dans un cadre peu étendu, le tableau complet et fidèle de toutes les substances minérales qui font l'objet des recherches des naturalistes voyageurs. Ce Manuel nous paraît d'autant plus mériter d'être favorablement accueilli des minéralogistes et des géologues, que l'Auteur a eu soin de faire connaître toutes les découvertes dont la minéralogie a été enrichie jusqu'à ce jour.

II. *Tableau analytique des Minéraux, par A. Drapiez. A Lille, chez Marlier, Imprimeur de la Préfecture, Pont de Roubaix ; et se trouve à Paris, chez Firmin Didot, Libraire, rue de Thionville.*

« Frappé des avantages, dit l'Auteur, que tirait la botanique de l'ingénieuse méthode produite par M. de Lamarck, dans la *Flore française*, je désirais, depuis long-tems, d'en voir faire l'application aux autres branches de l'histoire naturelle ; et quoique je ne me dissimulasse pas qu'elle ne pouvait être aussi heureuse à la minéralogie qu'elle le fut à la botanique, puisqu'un même caractère ne pouvait convenir sans équivoque à toutes les espèces, je n'ai pu me défendre de tracer, sur le plan du *Botaniste Français*, un arrangement qui, je crois, n'a pas encore été tenté. Le profond *Traité de M. Haüy* m'a paru renfermer toute la marche du travail ; j'adoptai ses classes pour divisions principales, et je disposai dans chacune les caractères spécifiques, de manière que leur opposition présentât d'un coup-d'œil ceux auxquels l'observateur doit s'arrêter ».

Ajouter ici que l'Auteur s'est déterminé à publier le résultat de son travail, d'après les sollicitations pressantes de plusieurs savans minéralogistes, c'est assez faire entendre que le Tableau que nous annonçons ne peut manquer d'intéresser.

FIN DU DIX-SEPTIÈME VOLUME.

## TABLE DES ARTICLES

CONTENUS dans les six Cahiers du Journal des Mines, formant le premier Semestre de l'an 13, et le dix-septième volume de ce *Recueil*.

N<sup>o</sup>. 97, VENDÉMIARE AN XIII.

DES différens degrés de solidité de la Roche, considérés comme base des différens modes de l'entailler ; par M. Werner, Conseiller des Mines, Professeur de l'Art de l'exploitation, etc. Traduit par M. Daubuisson. . . . . Page 5

SUR le Prix coûtant de l'exploitation de la roche, comme servant de base à la fixation des prix faits dans le travail des mines ; extrait du *Magasin pour la Science des Mines*, et accompagné de notes ; par le même. . . 17

MÉMOIRE sur l'emploi de la houille brute dans les diverses opérations de la fabrication du fer ; par M. Rozière, Ingénieur des mines. . . . . 35

— Considérations préliminaires, 35. — PREMIÈRE PARTIE, 36. Résultats des expériences faites en l'an 10 au feu de Renardière, conjointement avec M. Houry, *ibid.* — Tableau des expériences faites en l'an 10, dans les forges d'Arc, et dans celles de *Château-Villain* et de *Clairveau*, 38. — SECONDE PARTIE, *ibid.* — Expériences faites à Froncles-les-Bussièrès, Département de la Haute-Marne, pour déterminer la plus grande proportion de houille brute de Rive-de-Giez, qu'on puisse employer pour l'affinage du fer, 39. — Observations sur quelques points de théorie relatifs à ce procédé, 46.

Sur le Dynamomètre de M. Regnier. . . . Page 51

— Motifs qui ont déterminé à donner une nouvelle description de ces ingénieux instrumens, *ibid.* — Description du Dynamomètre, suivie de l'Exposé des principales expériences qui ont été faites avec cet instrument, 52. — I. Observations préliminaires, *ibid.* — II. Explication de la *pl. I.*, représentant le Dynamomètre, 56. — III. Effets que l'on peut obtenir avec le Dynamomètre, 59. — Première expérience, sur la force musculaire, 60. — Seconde expérience, sur la force du corps, 62. — Troisième expérience, sur la force des chevaux, 64. — Expériences sur le transport des fardeaux, 68. — IV. EXPÉRIENCES FAITES AU COMITÉ CENTRAL DE L'ARTILLERIE, 69. *A.* Expériences faites sur des chariots à frottement, de la seconde espèce, soumis à l'examen du Comité Central de l'Artillerie, en vertu de l'ordre du Ministre de la Guerre, en date du 16 frimaire an 4, dans lesquelles on a pris pour comparaison un chariot ordinaire à essieux en bois, *ibid.* — *B.* Expériences sur le chariot ordinaire et sur deux autres de nouvelles invention, dont l'un est à double essieux mobiles et à frottement, de la seconde espèce, et l'autre à frottement aussi de la seconde espèce, mais à essieux simples et fixes. Ces voitures étant les mêmes que celles employées aux expériences précédentes, leur poids a été également de 3050 livres ou 148,8 myriagrammes, 73.

NOTES sur quelques Substances minérales du Département de la Loire-Inférieure; par M. Tonnelier, Garde des Collections minéralogiques du Conseil des Mines. . 77

### N<sup>o</sup>. 98, BRUMAIRE AN XIII.

TRAITÉ sur la préparation des Minerais de plomb, comprenant les divers procédés employés au Hartz pour cet objet; par l'Ingénieur des mines de France Héron de Villefosse, Commissaire du Gouvernement Français, sur les mines et usines du Hartz. . . . . 81

— Introduction, *ibid.* — PREMIÈRE PARTIE, 86. — Triage des minerais, *ibid.* — Bocardage, 92. — SECONDE PARTIE, 101.

— 1<sup>o</sup>.

— 1<sup>o</sup>. Méthode ancienne de lavage, 102. — 2<sup>o</sup>. Ancienne méthode corrigée, 113.

MEMOIRE sur les mines de fer et sur les Forges du Département du Mont-Blanc; par H. Lelièvre, Ingénieur des mines, pour les Départemens du Mont-Blanc et du Léman. . . . . Page 123

— CHAPITRE PREMIER. MINES DE FER, *ibid.* — *A.* Mines de fer spathique en exploitation, *ibid.* — 1<sup>o</sup>. Mines de fer de Saint-Georges-d'Heurtières, *ibid.* — 2<sup>o</sup>. Mines de fer spathique de Laprat, 129. — 3<sup>o</sup>. Mines de fer spathique des fourneaux, 131. — *B.* Mines de fer spathique non exploitées, 132. — *C.* Mines de fer oligiste, 134. — *D.* Mines de fer oxydé, *ibid.* — CHAPITRE SECOND. USINES A FER, 137. — *A.* Historique, 137. — *B.* Traitement métallurgique, 138. — I. Fonte du minerai, 139. — II. Affinage de la gueuse, 144. — CHAPITRE TROISIÈME. OBSERVATIONS GÉNÉRALES, 148. — *A.* Réflexions sur l'état des forêts, et sur la difficulté de l'approvisionnement des usines en charbon, *ibid.* — *B.* Observations sur les approvisionnements en minerai, 151. — *C.* Observations sur les fonderies, martinets et ateliers de taillanderie, quincaillerie et clouterie, ainsi que sur le commerce du fer dans le Département du Mont-Blanc, 152. — *D.* Récapitulation des améliorations, dont la fabrication du fer dans ce Département paraît susceptible, 157. — Supplément au Mémoire sur les forges et les mines de fer du Mont-Blanc, 159.

### N<sup>o</sup>. 99, FRIMAIRE AN XIII.

SUITE du Traité sur la préparation des Minerais de plomb, comprenant les divers procédés employés au Hartz pour cet objet; par l'Ingénieur des mines de France, Héron de Villefosse, Commissaire du Gouvernement Français, sur les mines et usines du Hartz. . . . . 165

— TROISIÈME PARTIE. NOUVELLE MÉTHODE DE LAVAGE, *ibid.* — Description de l'atelier de bocardage établi en 1801, près de la mine dite *Herzog-August und Johann Friedrick*, à Bockswiese, District de Zellerfeld, tel qu'il a été construit, *ibid.* —

Volume 17.

I i



Résultats d'une expérience comparative sur la préparation des scilichs, faits au Hartz en 1803, d'une part, à l'atelier du bocard Hahnenklec (ancienne méthode), de l'autre, à l'atelier du bocard de Bockswiese (nouvelle méthode); dans l'un et l'autre avec les minerais de plomb sulfuré de la mine dite *Herzog-August et Johann Friedrick*, District de Zellerfeld, 182. — Nouvelle méthode corrigée, 188. — ADDITIONS, 195. — 1°. Note sur l'atelier de criblage des mines de *Dorothee* et de *Caroline*, *ibid.* — 2°. Note sur les tables à percussion, et les moyens de faire varier le choc qu'elles reçoivent, 199. — 3°. Note sur les inclinaisons des caisses et tables à laver, 201.

MÉMOIRE sur la Propagation de la Chaleur, et sur un moyen simple et exact de mesurer les hautes températures; par M. Biot, Membre de l'Institut. . Page 203

— Exposé du plan que l'auteur s'est tracé, *ibid.* — Conséquences auxquelles ses expériences l'ont conduit, 205. — Tableaux des expériences sur la propagation de la chaleur et la mesure des températures, 219. — A. Première expérience faite avec une barre de fer plongée par le bout dans du mercure à 82°, *ibid.* — B. Expériences faites avec une barre de fer plongée par le bout dans du plomb fondant, 221. — C. Expériences faites avec une barre de cuivre plongée par le bout dans du plomb fondant, 222. — D. Expériences faites avec une barre de cuivre plongée dans du mercure à 96°, 224.

SUITE des Expériences sur l'emploi de la houille brute de *Rive-de-Giez* dans les diverses parties du traitement du fer; par M. Rozière, Ingénieur des mines. . . 225

— SECONDE PARTIE. Expériences au haut fourneau, *ibid.* — Note sur quelques expériences faites, 1°. à la tôle, 230. — 2°. Au martinet, 231. — 3°. Pour l'affinage de l'acier, *ibid.*

Lettre de M. Hassenfratz, à M. Gillet-Laumont, Conseiller des Mines. . . . . 235

ANNONCES concernant les Mines, les Sciences et les Arts. 244

Le Nouveau Transformateur des poids et mesures à l'usage des Administrations du Commerce et des Arts; par I. Bonneau. . . . . *ibid.*

N°. 100, NIVÔSE AN XIII.

MÉMOIRE sur les Procédés employés en Angleterre pour le traitement du fer par le moyen de la houille; par A. H. Bonnard, Ingénieur des mines et usines de France. P. 245

— Considérations préliminaires, *ibid.* — PREMIÈRE PARTIE. Fusion des minerais et préparation de la fonte, 248. — Préparation du coaks, *ibid.* — Première opération. Fusion des minerais, 253. — Seconde opération. Préparation de la fonte, 265. — SECONDE PARTIE. Conversion de la fonte en fer forgé, 268. — Troisième opération. Affinage au fourneau à réverbère, et ébanchage des loupes, *ibid.* — Quatrième opération. Étirage du fer en barres, 283.

MÉMOIRE sur le Nivellement général de la France, et les moyens de l'exécuter; par P. S. Girard, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut d'Égypte. . . . . 297

NOTICE MINÉRALOGIQUE sur la Pinite trouvée en France, par M. Cocq, Commissaire des poudres et salpêtres à Clermont-Ferrand, suivie de l'analyse de cette substance; par J. J. Drappier, Répétiteur de chimie à l'École Polytechnique. . . . . 307

— Description par M. Cocq, *ibid.* — Gisement et localités, *ibid.* — Caractères physiques, 308. — Analyse par M. Drappier, 309. — Analyses comparées des pinites de France et de Saxe, 311.

NOTICE sur un Carbonate de manganèse, extrait des *Opuscules* de M. Lampadius; traduit par J. F. Daubuisson. . . . . 313

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE d'Astronomie - Physique; par J. B. Biot, Membre de l'Institut, etc. ouvrage destiné à l'enseignement dans les Lycées et autres Écoles nationales. . . . . 317

ANNONCES concernant les Mines, les Sciences et les Arts.

- . . . . . Page 321
- I. Note sur un Procédé employé avec succès pour purifier le fer cassant à froid ; par A. B. . . . . *ibid.*
- II. Réponse à une question faite dans quelques feuilles, concernant un phénomène volcanique ; par G. A. Deluc. . . . . 322
- III. Notice sur la Cristallisation du Lapis lazuli (lazulite Haüy), découverte par MM. Clément et Désormes ; par M. Lermina. . . . . *ibid.*
- IV. Note sur un Dégagement instantané de gaz et d'eau dans les mines du Hartz. . . . . 324
- V. Minéralogie Synoptique, ou Tableaux des substances minérales spécifiées, caractérisées, et décrites au moyen de signes conventionnels ; par L. E. F. Héricart de Thury, et L. C. Houry, Ingénieurs des mines de France. . . . . *ibid.*

N<sup>o</sup>. 101, P L U V I Ô S E A N X I I I.

DU GISEMENT et de l'Exploitation d'une couche de Galène, près de *Tarnowitz*, en Silésie ; par M. Daubuisson. 325

— I. Gisement de la couche, *ibid.* — Position, *ibid.* — Nature du sol, 326. — Mur ou lit de la couche, 327. — Couche, 328. — Toit de la couche, 330. — Couche ferrugineuse, *ibid.* — Couche de *Kurzawska*, 332. — II. Des travaux d'exploitation, 335. — Reprise de l'exploitation, *ibid.* — Galerie d'écoulement, 336. — Exploitation proprement dite, 337. — Du transport hors de la mine, 341. — Étançonnage, *ibid.* — Airage, 342. — Épuisement des-eaux, *ibid.* — Préparation des minerais, *ibid.* — Produit en minerai, 344.

POTAMOGRAPHIE du Département des Hautes-Alpes, ou description de ses bassins et vallées, sous le rapport de

la nature de leur sol, et des chaînes de montagnes qui les circonscrivent ; par M. Héricart de Thury, Ingénieur des mines. . . . . Page 345

— Etendue du Département divisée en huit bassins, *ibid.* — I. Bassin de la Durance, 346. — II. Du Guil, 358. — III. Du Buech, 367. — IV. Du Drac, 373. — V. De la Soulonaze, 377. — VI. De la Romanche, 378. — VII. De l'Aigues, 379. — VIII. De l'Ouelle, *ibid.*

MÉTHODE usitée en Suède pour sécher et chauffer un haut fourneau avant de commencer un fondage. Extrait du Traité de M. Garney, sur les hauts fourneaux ; par M. Daubuisson. . . . . 381

— Réflexions préliminaires, *ibid.* — Détail sur diverses opérations qui sont pratiquées suivant la méthode dont il s'agit, 384.

NOTE sur un Fossile remarquable de la montagne de *St.-Gérard-le-Puy*, entre Moulins et Roanne, Département de l'Allier, appelé l'*Indusie tubuleuse* ; par M. L. Bosc. 397

NOTE sur la nature de l'Acide muriatique, d'après M. Pacciani. . . . . 401

N<sup>o</sup>. 102, V E N T Ô S E A N X I I I.

MÉMOIRE sur la Statistique minéralogique du Département de la *Haute-Marne* ; par MM. Rozière et Houry, Ingénieurs des mines. . . . . 405

— INTRODUCTION, *ibid.* — CONSTITUTION PHYSIQUE. Rivières et Vallées, 407. — Pierres calcaires à Plâtre, Grès, Argile, 409. — Houilles, Tourbes, Eaux minérales, 411. — Mines de Fer, et leur exploitation, 413. — État actuel des Usines, 419. — RÉCAPITULATION DES TABLEAUX PARTICULIERS. Nombre et nature des Usines, 420. — Ouvriers, *ibid.* — Produits, 421. — Bois consommé, 422. — Débouchés, 424. — Obstacles, inconvénients, moyens d'y parer, *ibid.* — Améliorations, École-pratique, 429. — Moyens d'exécution, 435.

- Exposé des travaux en usage à la Fonderie de plomb, près  
*Tarnowitz*; par M. Daubuisson. . . . Page 437
- Division des travaux de cette Usine, 438. — ARTICLE PREMIER. Des Fontes, 439. — ARTICLE II. Affinage, 446. — ARTICLE III. Des Réductions ou *Rafratchissemens*, 449. — ARTICLE IV. Du Raffinage de l'argent, 450.
- NOTE sur un Procédé particulier en usage dans l'*Eiffel*,  
pour l'affinage de la fonte; par A. H. de Bonnard, Ingénieur des mines et usines. . . . . 455
- SUR la Propagation du Son; par M. Hassenfratz. . . 465
- ANALYSE du Schillerspath; par J. J. Drappier, Répétiteur  
de chimie à l'École Polytechnique. . . . . 469
- TRAITÉ de Mécanique céleste; par M. Laplace, Chancelier  
du Sénat-Conservateur, Grand-Officier de la Légion  
d'honneur, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes  
de France, etc. etc. Extrait par M. Biot. . . 473
- ANNONCES concernant les Mines, les Sciences et les Arts. 482
- I. *Manuel du Minéralogiste et du Géologue Voyageur*;  
par C. P. Brard, etc. . . . . *ibid.*
- II. Tableau analytique des Minéraux; par A. Drapiez, etc.  
. . . . . *ibid.*

## T A B L E D E S P L A N C H E S

CONTENUES dans le dix-septième Volume.

- N<sup>o</sup>. 97. P L A N C H E I. Dynamomètre de M. Regnier.
- 98. ——— II. }  
— 98. ——— III. } Préparation des minerais dans  
— 99. ——— IV. } le *Hartz*.  
— 99. ——— V. }
- 100. ——— VI. Traitement du fer par le moyen  
de la houille.
- 101. ——— VII. Hélices fossiles. (*Indusia tubu-  
losa*. Bosc.)

*ERRATA, Volume XVII.*

- Page 39, ligne 9, proportion, *lisez*, proportionou.  
247, ligne 2, et dans tout le cours du Mémoire, Merthyrydril.  
*lisez*, Merthytydvil.  
*Idem*, ligne 3 et *idem*, Glamorganshire et Glamorgau, *lisez*,  
Glamorganshire et Glamorgan.  
249, ligne 5, à l'unir, *lisez*, à s'unir.  
*Idem*, ligne 16, d'être cassant, *lisez*, d'être cassant.  
251, ligne 16, la même houille, *lisez*, la menue houille.  
256, ligne 29, au feu, *lisez*, en feu.  
257, ligne 22, consumer, *lisez*, conserver.  
*Idem*, ligne 31, des cases, *lisez*, des caisses.  
271, ligne 6, séchées, *lisez*, léchées.  
*Idem*, lignes 8 et 9, reprennent-elles aussitôt l'état solide? *lisez*,  
reprennent aussitôt l'état solide.  
273, ligne 8, appliquer, *lisez*, expliquer.  
281, ligne 19, uniformes, *lisez*, informes.  
284, lignes 19 et 20, parois latérales de *b*, *b'*, *b''*, etc. chaque  
entaille, *lisez*, parois latérales *b*, *b'*, *b''*, etc. de chaque  
entaille.  
289, ligne 32, les, *lisez*, ses.  
290, ligne 15<sup>8</sup>, ainsi, *lisez*, aussi.  
295, ligne 1, emploie, *lisez*, emploient.  
402, ligne 32, pièce, *lisez*, pièce.  
404, ligne 10, mois, *lisez*, moins.