

ANNALES DES MINES,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

SUR L'EXPLOITATION DES MINES,

Et sur les Sciences qui s'y rapportent;

RÉDIGÉES PAR LE CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES;

Publiées sous l'autorisation du Conseiller d'État, Directeur général  
des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

---

TOME CINQUIÈME.

---

ANNÉE 1820.

---

CHEZ TREUTTEL et WURTZ, Libraires, rue de Bourbon,  
N<sup>o</sup>. 17; et même Maison de commerce,

A LONDRES, 30 Soho-Square; et à STRASBOURG, rue des  
Serruriers, N<sup>o</sup>. 3.

---

1820.

---

## AVERTISSEMENT.

---

LES *Annales des Mines* paraissent de trois en trois mois, par livraisons de sept à huit feuilles d'impression chacune, avec des planches. Voyez l'*Avertissement* placé au commencement du volume de 1816, formant le tome I<sup>er</sup>. de la collection des *Annales des Mines*.

---

## MÉMOIRE

SUR

### UN NOUVEAU PROBLÈME CRISTALLOGRAPHIQUE,

*Ayant pour but la détermination directe et générale de certaines variétés de formes cristallines qui dérivent du rhomboïde, avec des applications à une nouvelle variété déterminable de chaux carbonatée;*

PAR M. MONTEIRO.

---

**M.** Haüy ayant bien voulu dernièrement me confier la détermination d'une nouvelle forme cristalline de chaux carbonatée, qui nous avait paru remarquable par le parallélisme sensible des arêtes de jonction de certaines faces, je me suis aperçu qu'à ce caractère de symétrie se joignait encore l'accident de stries disposées parallèlement aux bords inférieurs du noyau; et dès lors j'ai vu la possibilité de déduire de ces deux indications réunies, les données nécessaires pour parvenir, par une méthode directe et indépendante de toute mesure mécanique, à déterminer la forme en question.

En étudiant cette forme sous le point de vue qui vient d'être indiqué, je remarquai que les considérations géométriques et théoriques, ser-

vant de base à la recherche de la loi de décroissement relative à la détermination ci-dessus mentionnée, étaient absolument du même genre que celles qui m'avaient fait connaître, aussi d'une manière directe, la loi  $D^3$ , faisant partie du signe représentatif de la variété *amphimétrique* de chaux carbonatée, que j'ai décrite dans un mémoire inséré dans le *Journal des Mines*, n<sup>o</sup>. 201, septembre 1813.

Cette remarque me fit sentir qu'il devait y avoir ici un problème cristallographique, dont la solution générale, en embrassant tous les cas semblables, rattacherait la détermination directe de la nouvelle variété de forme que je tenais entre les mains, à celle de la variété qui vient d'être nommée. Je vais donner à ce sujet les développemens convenables.

La nouvelle variété de forme dont il est ici question (Pl. I, *fig. 2*), et que je nommerai dès-à-présent *mixtiprogressive*, par la raison que l'on verra plus loin, n'est qu'une combinaison des variétés *contrastante* et *prismatique* de M. Haüy, dans laquelle les arêtes obliques, qui joindraient les faces *m* de la *contrastante* avec les pans *c* du prisme, se trouvent remplacées par des facettes étroites *s*, dont les intersections avec les faces adjacentes que nous venons de nommer, sont évidemment parallèles. Ce parallélisme, joint à l'indication tirée des stries existantes sur les mêmes faces *s*, et dirigées incontestablement dans le sens des bords inférieurs du noyau, détermine rigoureusement, par rapport à celui-ci, la position d'un plan parallèle à chacune de ces dernières faces.

Soit *qb* (*fig. 3*), un noyau rhomboïdal quelconque. Tirez les diagonales horizontales *ea* et *er*; prenez sur l'arête *eb* un tiers *ed* de cette même arête, et sur *eq* la moitié *ec*; du point *d* menez vers les angles *e'* et *r* les droites *d'e'*, *dr*, et du point *c* vers les angles *e* et *a* les lignes *ce*, *ca*. Le plan *e'rd* sera parallèle à une face du rhomboïde contrastant, de même que le plan *eca* le sera à un pan conçu à la place de l'angle solide *e'* du noyau. Puisque les deux plans *e'rd* et *eca* passent, l'un et l'autre, par les points *p* et *h*, si je mène la ligne *ph*, elle donnera leur intersection commune, et fixera en même temps, dans ce sens, la position du plan qui la remplacerait et qui couperait les deux autres plans adjacens par des lignes parallèles entre elles. Un pareil plan, si nous le concevons de plus parallèle au bord inférieur correspondant du noyau, de même que cela a lieu en général pour chacune des faces *s* (*fig. 2*), comme l'indiquent manifestement les stries qu'elles présentent, un pareil plan, dis-je, serait évidemment parallèle à celle de ces dernières faces, qui, sur la même figure, se trouve située à la droite de l'observateur. Menons donc par les points *p* et *h* (*fig. 3*), les droites *xg* et *fo* parallèles à l'arête *ee'*, et tirons *xf* et *go*: le plan *gxfo* aura, par rapport au noyau, une position parallèle à celle de la face ci-dessus mentionnée.

Maintenant transportons le point *d* vers *d'* situé au milieu de *eb*, et tirons *d'e'* et *d'r*: le plan *d'e'r* représentera un pan *c* produit par la loi de

décroissement  $e^2$ . D'un autre côté, concevons l'arête *e'q* indéfiniment prolongée au-delà de *q*,

et le point  $c$  reculé sur cette même arête à une distance infinie de  $e'$  : dans ce cas le plan  $cea$  venant à former avec le plan  $reau$  un angle infiniment petit, on pourra considérer cet angle comme nul, et supposer que le premier plan coïncide réellement avec le second, et représente en conséquence une face du rhomboïde équiaxe (1). Le plan dont il s'agit, ainsi que celui qui tient ici lieu du pan  $c$ , passant alors tous les deux par les points  $r$  et  $v$ , la droite  $rv$ , tirée entre ces deux points, nous donnera leur intersection commune; et, si nous menons par le point  $v$ , et parallèlement à l'arête  $ee'$ , la droite  $d'o'$  et de plus la ligne  $qo'$ , nous aurons un plan  $qrdo'$ , qui coïncidera avec la droite  $rv$ , et sera en même temps parallèle au bord inférieur  $ee'$  du noyau.

(1) Le résultat suivant fera voir que cette supposition est parfaitement admissible. M. Haüy a trouvé (*Traité de Minéralogie*, tome I, page 351 et 352), la formule :

$$g' : p' :: \sqrt{(2n-1)^2 g^2} : \sqrt{(n+1)^2 p^2 + (5n^2 - 6n) g^2} :: \\ :: \sqrt{(2n-1)^2 g^2} : \sqrt{(n+1)^2 p^2 + (n^2 - 2n) g^2},$$

pour exprimer en général les rhomboïdes produits par les décroissemens sur les angles inférieurs du noyau, lorsque ces décroissemens se font en hauteur. Or, si l'on fait dans cette formule  $n = \infty$ , on obtient  $g' : p' :: \sqrt{12} : \sqrt{5}$ , c'est-à-dire la supposition d'un décroissement infini en hauteur sur les angles inférieurs du noyau donne pour résultat le même rhomboïde équiaxe, qui provient proprement de la loi de décroissement B, et dont chaque face est rigoureusement parallèle à un

plan du noyau analogue à  $reau$ . Pour éviter des répétitions superflues, nous regarderons dorénavant comme rigoureux, conformément à ce qui vient d'être dit, soit les parallélismes soit les coïncidences sensibles qui résulteront d'une pareille considération.

Comme la combinaison des trois plans que nous venons d'indiquer représente la variété *amphimétrique* (fig. 4), ce qui vient d'être exposé met en évidence la remarque faite tout au commencement de ce mémoire, savoir celle de l'identité des considérations géométriques et théoriques, qui nous ont servi à déterminer directement, et les faces  $\lambda$  de la variété ci-dessus nommée, et les faces  $\beta$  (fig. 2), de la variété *mixtiprogressive*.

Maintenant, si l'on examine attentivement la construction foudée sur lesdites considérations, et employée à la détermination qui vient d'être mentionnée, on voit qu'elle est de même applicable à un nombre infini de cas particuliers; ce qui suppose l'existence d'un problème dans lequel ils viendraient se réunir tous sous un même énoncé, et dont la solution embrasserait, sous une formule générale, la détermination particulière de chacun d'eux.

En effet, concevons que le plan vertical  $e'rd'$  (fig. 3), tournant autour de la diagonale horizontale  $e'r$ , se relève d'abord, et s'abaisse ensuite par son extrémité  $d'$ . Dans le premier cas, il coupera l'arête  $eb$  successivement en différens points, qui, en partant de  $d'$ , s'approcheront de plus en plus de l'angle solide  $e$  du noyau, jusqu'à venir enfin à coïncider avec lui; en même temps son intersection  $e'd'$  avec la face  $e'eba$  restant fixe par l'extrémité  $e'$ , s'approchera aussi de plus en plus du bord inférieur  $e'e$ , et finira par se confondre avec lui; enfin, le point  $v$ , intersection de  $e'd'$  avec la diagonale horizontale  $ea$ , se trouvera successivement transporté jusqu'en  $e$ . Dans le second cas, si nous supposons le même plan prolongé convenablement, aussi bien que

l'arête  $eb$ , nous aurons le point  $d'$  porté successivement sur cette arête toujours plus loin de l'angle solide  $e$  jusqu'à l'infini; l'intersection  $e'd'$  du plan en question avec la face correspondante du noyau tournera autour du point  $e'$ , pour se rapprocher de l'arête  $e'a$  jusqu'à coïncider avec elle; enfin, le point  $v$ , intersection de la ligne  $e'd'$  avec la diagonale horizontale  $ea$ , se trouvera successivement moins éloigné de  $a$ , et finira par tomber sur ce dernier point. Une pareille conception est également applicable au plan vertical  $cea$ .

Or, il est visible que les différens plans qui, en partant de la diagonale horizontale  $e'r$ , viendraient couper l'arête  $eb$ , indéfiniment prolongée, en différens points, depuis l'angle solide  $e$  jusqu'à l'infini, sont propres à représenter le système complet des rhomboïdes susceptibles d'être produits par les décroissemens sur les angles inférieurs du noyau. Dans le même cas se trouvent aussi les plans analogues, conçus entre la diagonale horizontale  $ea$  et différens points, qui se suivraient depuis l'angle solide  $e'$  jusqu'à l'infini sur l'arête  $e'q$  indéfiniment prolongée (1). D'un autre côté, il est également sensible qu'en combinant un quelconque des plans situés par-

(1) Dans le système de rhomboïdes dont il s'agit, se

trouvent compris le prisme hexaèdre provenant de la loi  $e$ , que l'on peut regarder aussi comme un rhomboïde à axe infini, et les rhomboïdes primitif et équiaxe, qui constituent les termes extrêmes de la série, et que l'on peut considérer comme les ré-

sultats des lois  $\infty$  et  $\frac{1}{\infty}$ .

dessous l'angle solide  $e$  avec un second, quel qu'il soit, de ceux qui se rapportent à l'angle  $e'$ , la ligne tirée du point d'intersection du premier plan avec la diagonale horizontale  $ea$  vers le point d'intersection de l'autre plan avec la diagonale horizontale  $e'r$ , passera toujours par-dessous le bord inférieur  $ee'$ , et qu'il sera par conséquent toujours possible de faire passer par ladite ligne, et parallèlement à ce même bord, un plan, qui représentera une troisième face secondaire, et dont les intersections avec les deux autres plans seront évidemment parallèles.

Il n'y aurait que deux cas où cela ne pourrait pas avoir lieu, savoir: celui dans lequel le point d'intersection du premier plan avec la diagonale  $ea$  viendrait à tomber sur l'angle  $e$ , et celui où le point d'intersection du second plan avec la diagonale  $e'r$  coïnciderait avec l'angle  $e'$ . Mais, ces deux cas même, la théorie peut les faire rentrer dans la proposition générale, en concevant les plans auxquels ils se rapportent formant avec les faces primitives correspondantes un angle

infinitement petit, et en exprimant par les lois  $\infty$  et  $\frac{1}{\infty}$  les faces secondaires qu'ils représentent.

La réunion de ces deux cas pourrait être ramenée encore à la théorie, et le plan correspondant ex-

primé par  $\frac{\infty}{\infty} = \frac{1}{1}$ .

D'après ce qui vient d'être exposé, on devra énoncer, de la manière suivante, le problème qui fait proprement l'objet de ce mémoire.

Deux rhomboïdes quelconques, provenant

de décroissemens sur les angles inférieurs d'un noyau rhomboïdal, quel qu'il soit, se trouvant combinés avec un dodécaèdre produit par des décroissemens sur les bords inférieurs, avec la condition que les arêtes de jonction des faces appartenantes à ce dernier solide avec les faces adjacentes et correspondantes aux deux premiers soient parallèles; déterminer la loi de décroissement qui donne naissance au dodécaèdre, celles qui se rapportent aux deux rhomboïdes étant données.

Supposons que le rhomboïde  $qb$  (fig. 3), représente maintenant une molécule soustractive, à laquelle tout ce que nous venons de dire, par rapport à cette même figure considérée comme noyau, sera également applicable.

Considérons  $d$  et  $c$  comme deux points quelconques pris, l'un sur l'arête  $eb$ , et l'autre sur l'arête  $e'q$ . La construction que nous avons donnée pour la variété *mixti* progressive, restant la même dans l'hypothèse actuelle, le plan  $gxfo$  représentera une des faces du dodécaèdre que l'on se propose de déterminer, et c'est de la loi de décroissement, propre à produire une pareille face, qu'il faudra à présent chercher l'expression générale.

D'après les développemens donnés plus haut, par rapport aux plans, à l'aide desquels les différens rhomboïdes, relatifs à notre problème, peuvent être représentés, on verra facilement que nous avons pris pour base de notre construction, la supposition que la mesure des décroissemens était constante en largeur et seulement variable en hauteur. En continuant donc à la supposer toujours égale à l'unité, dans le pre-

mier sens, nous l'exprimerons dans l'autre sens, en général, par  $n$  pour les décroissemens relatifs à l'angle  $e$ , et par  $n'$  pour ceux qui se rapportent à l'angle  $e'$  (1). D'une autre part,  $e'g$  représentant la mesure en largeur, et  $ef$  la mesure en hauteur du décroissement propre à donner une face parallèle au plan  $gxfo$ , il est évident que la loi de ce décroissement nous sera donnée par une fraction ayant pour numérateur l'expression générale de  $e'g$ , et pour dénominateur celle de  $ef$ . Ce sera donc ces deux expressions qu'il faudra chercher, l'une en fonction de  $n'$ , et l'autre en fonction de  $n$ .

Proposons-nous d'abord de découvrir l'expression de  $ef$ .

Tirez la diagonale oblique  $e'b$ , et menez du point  $d$  la droite  $dl$  parallèle à la diagonale horizontale  $ea$ , vous aurez :

$$ed = n\sqrt{g^2 + p^2}, db = (1-n)\sqrt{g^2 + p^2}, dl = (1-n)g, bl = (1-n)p, e'l = (1+n)p, ih = \frac{dl \times e'i}{e'l} = \frac{1-n}{1+n}g, eh = (ei - ih) = g - \frac{1-n}{1+n}g$$

(1) Il est bien entendu que les quantités  $n$  et  $n'$  représenteront des nombres quelconques, soit entiers, soit fractionnaires, qui seront toujours rationnels. J'observerai en outre que les lois de décroissement qui viennent d'être indiquées,

seront exprimées en général par  $e$  et  $e'$  et que c'est au moyen de ces signes représentatifs que dans la suite je désignerai les faces des rhomboïdes correspondans, lorsqu'il sera question de les indiquer aussi d'une manière générale.

$$= \frac{2n}{1+n} g; \text{ enfin, } ef = \frac{eh \times eb}{ea} = \frac{n}{1+n} \sqrt{g^2 + p^2}.$$

Avant d'aller plus loin, il faut observer que les expressions que nous venons d'obtenir, se rapportent particulièrement au cas de  $n < 1$ . Lorsque  $n = 1$ , le facteur  $(1-n)$  se réduira à zéro, de même que les expressions dans lesquelles il entre. Si  $n > 1$ , le même facteur devra être converti en  $(n-1)$ . Enfin, les autres expressions, qui ne renferment pas le facteur dont il s'agit, subsisteront, quelle que puisse être la valeur de  $n$ , et dans ce cas se trouve précisément l'expression de  $ef$ .

Quant à l'expression de  $e'g$ , il est manifeste qu'en employant la même construction, et en suivant la même marche, on parviendra à la trouver identique avec celle de  $ef$ ; seulement la quantité  $n'$  se trouvera à la place de  $n$ : on aura donc  $e'g = \frac{n'}{1+n'} \sqrt{g^2 + p^2}$ .

Si nous désignons à présent par  $n''$  la loi de décroissement que nous avons eu en vue de déterminer, elle sera exprimée en général par  $n'' = \frac{n'(1+n)}{n(1+n')}$ ; et en considérant le signe repré-

$$\frac{n'(1+n)}{n(1+n')}$$

sentatif D qui en résulte, on en déduira les conséquences suivantes:

1<sup>o</sup>. Puisque les valeurs de  $n'$  et  $n$  sont des nombres rationnels, il devra y avoir, pour chaque combinaison de deux rhomboïdes provenans de

décroissemens sur les angles inférieurs d'un noyau rhomboïdal quelconque, une loi propre à faire naître sur les bords inférieurs du même noyau un dodécaèdre, dont les faces satisferont à la condition du problème qui nous occupe. Cela confirme le résultat que nous avons pu déduire d'abord de la seule construction, et il est de plus évident que la proposition inverse est également vraie.

2<sup>o</sup>. En supposant au noyau une position fixe, et telle que nous l'avons représentée dans la *fig. 3*, les faces du dodécaèdre données par la formule s'inclineront vers le sommet supérieur  $q$ , lorsqu'on aura  $n' > n$ ; elles se rejeteront au contraire du côté du sommet inférieur  $b$ , quand  $n' < n$ ; et comme les deux angles  $e$  et  $e'$  sont identiques, ces deux cas auront lieu à-la-fois, et concourront à produire la double pyramide du même dodécaèdre. Si l'on avait  $n' = n$ , les faces de cette double pyramide deviendraient parallèles à l'axe  $qb$ , et se réuniraient deux à deux de manière à former six pans tangens aux arêtes inférieures du noyau.

Je vais à présent faire quelques applications. Je suppose d'abord que les lois de décroissement données, et relatives aux deux rhomboïdes qui se trouvent combinés avec le dodécaèdre que

l'on se propose de déterminer, soient  $e$  et  $e'$ ; j'aurai  $n = \frac{1}{3}$  et  $n' = \frac{1}{2}$ , et en substituant ces valeurs dans la formule ci-dessus, j'obtiendrai  $n'' = \frac{4}{3}$ , résultat qui se rapporte à la variété *mixti-progressive*. Le dodécaèdre donné par ce résultat, et qui proviendrait d'un décroissement par quatre rangées en largeur et trois en hauteur, a

un axe septuple de celui du noyau ; et en conséquence la nouvelle variété (*fig. 5*), qui en résulterait, si jamais la chaux carbonatée venait à s'offrir sous cette forme, pourrait prendre le nom de *axieptasite*.

Pour la variété amphimétrique on aurait  $n = \frac{1}{2}$  et  $n' = \infty$ , et par conséquent  $n'' = 3$  ; c'est-

à-dire, la même loi  $\overset{3}{D}$  que j'avais donnée dans le mémoire déjà cité.

Si l'on fait  $n = n' = \frac{1}{2}$ , ce qui est le cas du prisme hexaèdre provenant de la loi  $\overset{2}{e}$ , on obtiendrait  $n'' = 1$  ; ce qui veut dire que le prisme deviendrait dodécaèdre, par l'interposition des pans produits par la loi  $\overset{1}{D}$  entre ceux du prisme précité.

Je prends à présent  $n = \frac{1}{\infty}$  et  $n' = 2$ , ce qui représente la combinaison du rhomboïde primitif avec le rhomboïde semblable provenant de la loi  $\frac{1}{2}e'$ , et je trouve  $n'' = \frac{2\infty}{3}$ , résultat qui confirme ce que la simple construction avait déjà fait voir précédemment.

A la suite des applications que je viens de faire, il est à propos d'observer que l'usage de la formule dont il est ici question, est encore bien plus étendu que ne l'exprime l'énoncé du problème dont elle offre la solution, puisqu'elle peut servir également à déterminer *a priori* l'un

des deux rhomboïdes représentés par  $\frac{1}{n}$  et  $\frac{1}{n'}$ , la loi de décroissement relative à l'autre étant donnée, conjointement avec celle d'où résulte le dodécaèdre correspondant. Pour en offrir un exemple, faisons  $n = \frac{1}{3}$  et  $n'' = \frac{4}{3}$ , comme cela a lieu pour la variété *mixtiprogressive*. En faisant, dans la formule, les substitutions et réductions convenables, nous obtiendrons  $n' = \frac{1}{2}$ , valeur qui est effectivement celle qui répond à  $n'$  dans le cas que nous avons supposé.

On pourrait donc, d'après cette considération, ajouter comme un *corollaire* à l'énoncé de notre problème, la proposition suivante : *La loi de décroissement relative au dodécaèdre étant donnée, conjointement avec la loi correspondante à l'un des deux rhomboïdes, déterminer celle qui serait propre à produire l'autre.*

Je terminerai ce mémoire par la description de la nouvelle variété de chaux carbonatée qui en a été proprement l'occasion.

Son signe représentatif, rapporté au noyau (*fig. 1*), est  $\overset{2}{e} \overset{3}{e} \overset{\frac{4}{3}}{D} \overset{1}{A}$  ; et on voit que c'est de

$c m s o$

ce signe représentatif que j'ai tiré le nom de *mixtiprogressive* que je lui ai donné.

Les incidences de ses faces adjacentes sont présentées ensemble sur le tableau suivant, dans lequel j'ai introduit aussi celles qui se rapportent au nouveau dodécaèdre *axieptasite* (*fig. 5*), considéré isolément.



Incidences.	Degrés.	Minutes.	Secondes.
de <i>m</i> sur <i>c</i>	119	1	2
— <i>m</i> — <i>c'</i>	165	57	50
— <i>m</i> — <i>o</i>	104	2	10
— <i>c</i> — <i>o</i>	90	»	»
— <i>s</i> — <i>c</i>	144	12	15
— <i>s</i> — <i>m</i>	154	48	47
— <i>s</i> — <i>o</i>	99	20	10
— <i>s</i> — <i>s'</i>	130	8	46
— <i>s</i> — <i>s''</i>	111	37	6
— <i>s</i> — <i>s'''</i>	159	6	4

Le morceau qui m'a offert la variété dont il s'agit, existe dans la précieuse collection de M. Haüy. Il ne porte aucune indication de localité; mais il ressemble beaucoup aux échantillons qui proviennent de certains filons des mines de plomb argentifère du Hartz.

## RAPPORT

*Fait au Jury central de l'exposition des Produits de l'Industrie française, de l'année 1819, sur les objets relatifs à la métallurgie, et augmenté de quelques annotations;*

PAR A. M. HÉRON DE VILLEFOSSE,

Membre de ce Jury, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, Maître des Requêtes au Conseil d'État, Membre de l'Académie royale des Sciences, etc.

Ce Rapport a été présenté au Jury central, au nom d'une Commission qu'il avait chargée de lui rendre compte de l'examen des produits relatifs aux arts métallurgiques, et qui était composée de six Membres de ce Jury, ainsi qu'il suit :

Messieurs,

Le Comte BERTHOLLET, *Pair de France, grand Officier de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, Membre de l'Académie royale des Sciences;*

Le Comte CHAPTAL, *Pair de France, ancien Ministre de l'intérieur, grand Officier de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, et Chevalier de l'Ordre de Saint-Michel, Membre de l'Académie des Sciences;*

Le Chevalier BRONGNIART, *de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, Ingénieur en Chef des Mines, Membre de l'Académie des Sciences, Directeur de la Manufacture de Porcelaine de Sèvres;*

Tome V. 1<sup>re</sup>. livr.

B

Le Chevalier d'ARCET, de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, Inspecteur des Essais à la Monnaie, Membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures, Membre du Conseil général des Manufactures;

Le Chevalier MOLARD, de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, Membre de l'Académie des Sciences, Membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures, du Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement, ancien Administrateur du Conservatoire des Arts et Métiers;

(M. MOLARD était spécialement chargé de l'exécution des essais auxquels ont été soumis les produits des arts métallurgiques.)

Le Chevalier HÉRON DE VILLEFOSSE, de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, etc., Rapporteur de la Commission.

### MESSIEURS (1),

Des travaux qui procurent à la France le soc de charrue, les armes, les outils et les instrumens de tous les arts, sont le sujet dont nous devons avoir l'honneur d'entretenir le Jury de

(1) On sait que le Jury central était composé des personnes ci-après désignées :

M. le Duc de La Rochefoucauld, *Président*;

M. le Comte Chaptal, *Vice-Président*;

M. Mérimée, *Secrétaire*;

MM. Berthollet, Breguet, Brongniart, Christian, Costaz, d'Arcet, d'Artigues, Fontaine, Gérard, Héron de Villefosse, Molard, Tarbé de Vauxclairs, Ternaux, Arago, Percier, Welter.

l'industrie française. Il serait superflu de réclamer votre attention en faveur de la métallurgie; mais plus l'ensemble de ses travaux est vaste et important, plus nous avons besoin de votre indulgence et du concours de vos lumières.

Après un intervalle de treize années, la France voit réunis, pour la cinquième fois, tous les produits de son active industrie. Un pareil laps de temps a pu suffire à de nombreux changemens. Pour les apprécier, pour mesurer en quelque sorte l'industrie française, il faut, comme dans la mesure de l'espace, reconnaître le point de départ, constater le lieu de la station actuelle, et, pour ainsi dire, planter le jalon qui doit déterminer le but désiré.

Ainsi, trois questions se présentent; elles feront la matière de ce rapport :

1<sup>o</sup>. A quel degré de prospérité était parvenu, en l'année 1806, époque de la dernière exposition, l'ensemble des travaux qui ont les métaux pour objet? Questions à examiner.

2<sup>o</sup>. Quel est, en l'année 1819, l'état de cet ensemble de travaux, dans le royaume de France?

3<sup>o</sup>. Pour quels objets et à quels fabricans est-il juste de décerner les diverses distinctions sur lesquelles prononce le Jury de l'industrie française?

Nous essaierons de traiter successivement ces trois questions.

Mais d'abord il faut déterminer l'étendue de l'industrie relative aux métaux. Si l'on se borne, ainsi que cela paraît convenable, à considérer ici les produits dont les matières premières sont extraites du sol français, du moins pour la plus grande partie, l'industrie métallurgique com-

prend, en France, les objets qui sont connus sous les dénominations suivantes :

Plomb brut et plomb ouvré ou laminé, ainsi que les préparations de ce métal ;

Cuivre brut et cuivre martiné ou laminé, ainsi que les divers alliages et préparations du cuivre, et particulièrement cuivre jaune ou laiton, fil de laiton, toiles métalliques ;

Zinc brut et zinc ouvré ou laminé ;

Étain brut, étain en feuilles, étain ouvré ;

Antimoine et ses préparations ;

Manganèse, seulement ici pour mémoire ;

Fer dans les divers états qui vont être rappelés, savoir :

Fonte brute,

Fonte moulée,

Fer forgé en grosses barres, et fer martiné, de divers échantillons ;

Acier brut, soit naturel, soit cémenté ; acier fondu ; acier raffiné et martiné ;

Faulx ;

Limes et râpes ;

Scies ;

Tôle ;

Fer-blanc ;

Fil de fer, et fil d'acier ;

Aiguilles ;

Épingles ; cardes, peignes dits *rots*, hameçons, alènes ;

Clouterie ;

Quincaillerie, comprenant :

L'acier poli,

La serrurerie,

La coutellerie,

Les outils divers ;

Fabrication des armes, comprenant :

Les armes blanches,

Les armes à feu.

Tels sont les objets que nous présente l'industrie française, comme autant de produits métalliques du sol de la France.

Plusieurs autres arts emploient avec succès d'autres métaux encore ; mais ces matières premières sont presque généralement tirées des pays étrangers : tels sont le platine, l'or, l'argent, le mercure, l'arsenic et le cobalt. Ainsi, nous nous bornerons à faire mention de ces métaux, parce que leurs produits doivent trouver en d'autres rapports la place distinguée que méritent les arts qui les emploient.

Entrons maintenant dans l'examen de notre première question (1).

#### EXPOSITION DE 1806.

##### *Examen de la première question posée ci-dessus.*

En 1806, l'exploitation du plomb était en activité, sur le territoire français, dans les départemens du Finistère, de la Lozère, de Sambre et Meuse, de la Roër, de l'Isère et du Montblanc. Des mines et usines de tous ces départemens, on

Plomb  
en 1806.

(1) Voyez : 1°. les Notices ou Catalogues imprimés, sur les objets envoyés à l'exposition de 1806 ;

2°. Le Rapport du Jury de 1806, etc. (*Paris, de l'Imprimerie royale.*) (M. Gillet de Laumont, membre du Conseil des Mines, et feu M. Collet-Descostils, ingénieur des Mines et professeur de docimasie, étaient membres du Jury de 1806.)

obtenait annuellement environ 19000 quintaux métriques de plomb ou de litharge, et 1578 kilogrammes d'argent. Une partie assez considérable du produit des mines de la Roër et de quelques autres départemens était, en outre, versée dans le commerce à l'état d'*alquifoux*, employé pour vernisser les poteries. Le département seul de la Roër fournissait, par année, 20000 quintaux métriques de cette matière, qui n'est autre chose que du plomb sulfuré en poudre, avec ou sans mélange de substance pierreuse.

Le plomb du département de Sambre et Meuse était converti en *minium* et autres produits de bonne qualité, dans les ateliers de Vonèche près Givet, par M. d'Artigues.

La préparation du *minium* était aussi exécutée avec succès dans les fabriques de MM. Utzschneider, à Sarreguemines; Pécard, à Tours; Husson et Verdier, à Paris; Everard, à Namur.

On fabriquait de la *céruse* dans le département du Bas-Rhin, à Oberhausbergen, et dans le département de Gènes. Neuf manufactures de ce genre, établies dans la ville même de Gènes, fabriquaient annuellement 7000 quintaux métriques de céruse, carbonate ou blanc de plomb.

On obtenait le plomb laminé dans plusieurs établissemens que possédaient les départemens de la Dyle, de Vaucluse et de la Seine. Des tuyaux de plomb, sans soudure, avaient été fabriqués à Bruxelles et mentionnés honorablement dans le rapport du Jury de 1806. Le même métal était réduit en feuilles et cartouches pour tabac, dans le département du Bas-Rhin; étiré en fils, dans le Jura; préparé en plomb de chasse,

dans les départemens de la Lys, de la Roër et du Loiret. Enfin, une fabrique située à Marseille avait envoyé à l'exposition de 1806 de l'acétate de plomb, ou sel de saturne, d'une beauté qui fut remarquée.

A cette même époque, l'exploitation du cuivre était en activité dans les mines et usines de Saint-Bel et de Chessy, département du Rhône; dans celles d'Allagne, département de la Sésia; d'Ollomont (Doire). Quelques recherches de ce métal donnaient des espérances, particulièrement dans les Hautes-Alpes et dans les Basses-Pyrénées. La France tirait alors de son propre sol environ 2500 quintaux métriques de cuivre rosette.

Les ateliers de Saint-Bel et de Chessy, département du Rhône, livraient au commerce du cuivre martiné qui fut jugé de bonne qualité. On obtenait aussi le cuivre façonné, soit au martinet, soit au laminoir, dans le département de l'Isère, à Vienne; dans le Doubs, à Grass; dans un autre atelier, alors récemment formé, à Toulouse (Haute-Garonne); dans le bel établissement de Dilling, département de la Moselle; dans les fabriques des environs de Givet, département des Ardennes; dans celles de Romilly, département de l'Eure; dans le département de Seine et Oise, aux environs d'Essone; dans le Bas-Rhin, à Oberenheim près Klingenthal; dans l'Aude, à Durfort près Castelnaudary; dans l'Aveyron, à Villefranche; dans les grands ateliers d'Avignon, département de Vaucluse; dans les nombreuses usines de Stollberg (Roër), et de Namur (Sambre et Meuse). Enfin, le marteau retentissait encore sur le cuivre dans les actifs

Cuivre  
en 1806.

ateliers de poëlerie, à Villedien, département de la Manche; à Saint-Flour et à Aurillac, département du Cantal; à Saumur, département de Maine et Loire; et dans un grand nombre d'autres établissemens plus ou moins considérables.

Laiton  
en 1806.

La fabrication du laiton brut et la fabrication du fil de laiton jouissaient d'une grande activité à Stollberg (Roër). De ces deux genres d'industrie, le premier, en 1806, manquait totalement à l'ancien territoire de la France; le second commençait à s'y établir, dans le département de l'Orne. Là, une seule fabrique, celle de M. Boucher, située à Chandey, près l'Aigle, quoique ne comptant alors que six années d'existence, versait déjà dans le commerce environ 800 quintaux métriques de fil de laiton, par année.

Des toiles métalliques, d'une belle exécution, avaient été exposées en 1806, par MM. Perrin, de Paris, et Roswag, de Schejestadt: le Jury distingua des produits.

Divers autres ouvrages, en cuivre ou en laiton, avaient été envoyés à l'exposition, tels que: clous pour le bordage des vaisseaux, par le département de la Loire-Inférieure; boucles, robinets, cannettes et chaudrons, par le département de Maine et Loire; grelots et sonnettes, par le département de la Loire. Enfin, la fabrication du sulfate de cuivre, ou vitriol bleu en beaux cristaux, était en activité dans les départemens de Montenotte, des Bouches-du-Rhône et de la Seine; celle de l'acétate, dit *verdet*, dans les départemens de Vaucluse et de l'Hérault.

Zinc  
en 1806.

En 1806, le zinc, à l'état de calamine ou d'oxide, était l'objet d'une grande exploitation

dans les départemens de l'Ourthe et de la Roër; mais, jusqu'à cette époque, on s'était borné à employer la calamine pour la fabrication du laiton. Ce fut pendant que ces contrées appartenaient à la France, que des Français entreprirent avec succès, dans la ville de Liège, de réduire la calamine, pour en obtenir le zinc pur; et dans les ateliers des environs de Givet, de traiter le zinc au martinet et à la filière, pour obtenir des feuilles et des fils de ce métal, jadis regardé comme imparfait.

Jusqu'alors, on n'avait encore essayé, dans l'ancienne France, d'obtenir le zinc, d'aucune autre substance que de la calamine; quoique l'on y connût quelques gîtes de ce minerai, on ne les exploitait pas; il en était de même des gîtes connus de *blende* ou zinc sulfuré. Ainsi, la France obtenait le zinc entièrement de pays qui lui sont devenus étrangers. Nous verrons plus tard quel changement s'est opéré, ou du moins est préparé à cet égard.

En 1806, la France ne possédait aucune mine d'étain; pendant long-temps on avait regardé le sol français comme dépourvu de ce métal, si précieux dans plusieurs arts (1). Ce fut vers cette époque qu'on recueillit, dans le département de la Haute-Vienne, et plus tard, dans le département de la Loire-Inférieure, des indices de minerai d'étain, sur lesquels nous reviendrons.

Étain  
en 1806.

L'exploitation de l'antimoine était, au contraire, depuis plusieurs siècles, un moyen de

Antimoine  
en 1806.

(1) Voyez dans le *Journal des Mines*, n°. I, page 73; n°. III, page 94; n°. LXIV, page 342; n°. CXCIII, page 435.

travail pour les départemens de la Charente, de la Haute-Loire, de la Vendée, du Cantal, de l'Allier, du Gard et du Puy-de-Dôme.

Le régule de ce métal et plusieurs préparations dont il forme la base étaient obtenus, en 1806, dans quatre fabriques, situées à Clermont, à Riom, à Orléans et à Limoges; mais ces fabriques étaient enveloppées d'un mystère nuisible aux progrès de l'industrie. Les hommes éclairés désiraient le perfectionnement de ces procédés obscurs.

Mercure  
en 1806.

En 1806, le minerai de mercure n'était exploité que dans le département du Mont-Tonnerre; le produit de ces mines anciennes était peu considérable. Nulle part on ne fabriquait, en France, cette belle couleur qui résulte de la combinaison du mercure et du soufre, et qui est connue sous le nom de *vermillon*.

Manganèse  
en 1806.

Le manganèse oxidé était extrait, en abondance, des départemens de Saône et Loire, de la Dordogne, de la Sarre et des Vosges.

Fer  
en 1806.

La fusion de divers minerais de fer, dans les hauts-fourneaux, était en grande activité, principalement dans les départemens de la Haute-Marne, de la Haute-Saône, de la Côte-d'Or, de Saône et Loire, du Doubs, des Vosges, du Jura, du Haut et du Bas-Rhin, de la Meuse, de la Moselle, de la Sarre, du Mont-Tonnerre, des Forêts, de Jemmapes, du Nord, des Ardennes, de l'Ourthe, de Sambre et Meuse, de la Roër, de l'Isère, du Montblanc, du Cher, de l'Allier, de l'Indre, d'Iudre et Loire, de la Dordogne, de la Charente, de la Mayenne, de l'Eure, d'Eure et Loir, des Côtes-du-Nord et de l'Orne. Vingt-un autres départemens présentaient chacun quel-

que établissement relatif, soit au traitement des minerais de fer, soit à la fabrication en grand du fer et de l'acier, soit à l'un et à l'autre objet. Enfin, on estimait, en 1806, que, sur le territoire français, il existait au moins cinq cents hauts-fourneaux en feu pour la fusion des minerais de fer; et en outre, on comptait plus de quatre-vingt dix de ces modestes établissemens qui sont connus sous le nom de *forges catalanes*, dans les départemens de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et de l'Ariège.

Parmi ce grand nombre d'usines, il n'en était qu'une seule où les minerais de fer fussent fondus par le moyen de la houille carbonisée. C'était l'usine du Creusot, située dans le département de Saône et Loire. On regrettait que ce bel établissement n'eût à traiter que des minerais médiocres et très-différens de ceux qui sont employés, avec tant de succès, en Angleterre et en Silésie, dans les fonderies alimentées par la houille carbonisée. Cette excellente espèce de minerai de fer, que la nature a généreusement associée à la houille, dans le sein de la terre, comme pour inviter l'art à réunir les deux substances dans ses procédés, cette *Pierre*, qui en apparence n'est qu'une pierre brute, mais que les mineurs anglais et allemands mettent depuis long-temps à profit sous la dénomination de *Pierre de fer* (*iron-stone*, *eisen-stein*); ce minerai enfin, que les Français nomment aujourd'hui *minerai de fer des houillères*, ou fer carbonaté terreux, n'était employé, en 1806, dans aucune usine de l'ancien territoire français; à peine son existence était-elle soupçonnée dans quelques-unes de nos nombreuses mines de

houille; nulle part, elle n'était constatée en grand; nulle part, ce minerai n'était l'objet d'une exploitation, ni même d'une recherche sérieuse, excepté dans le pays de Sarrebruck, aujourd'hui étranger. C'était un progrès important que celui qu'il restait à faire, en France, dans ce genre d'industrie; cependant, d'autres succès obtenus dans les forges françaises étaient d'heureux présages pour leur avenir.

L'exposition de 1806 présentait cent soixante-un envois faits par plus de cent cinquante usines, en fonte, en fer, en acier, en faulx, en limes, en tôle, en fer-blanc.

Fonte de fer  
en 1806.

Parmi les fontes moulées en ustensiles de cuisine, en vases d'ornement, en projectiles de guerre, on remarquait les produits des départemens de la Charente, de l'Eure, des Forêts, de l'Indre, de la Loire, de la Haute-Marne, du Bas-Rhin, de la Roër, de la Haute-Saône, de la Seine; mais on désirait encore d'importans progrès dans la qualité de la matière et dans l'exécution des formes.

Fer forgé  
en 1806.

Sur soixante-sept envois de fer forgé, dont cinquante-un furent jugés être au moins de bonne qualité, d'après des essais multipliés, treize furent mentionnés honorablement par le Jury de 1806, comme étant de qualité supérieure; il n'est pas indifférent aujourd'hui de remarquer que ces fers distingués provenaient des départemens de la Haute-Marne, du Haut-Rhin, de l'Indre, du Jura, de la Côte-d'Or, de la Haute-Saône, de l'Isère, du Doubs et du Bas-Rhin, c'est-à-dire, d'établissements français qui appartiennent toujours à notre vieille France. Cependant une grande innovation manquait en-

côre à toutes les forges de la France; l'exposition de 1806 n'offrait point de fer forgé qui fût entièrement fabriqué par le moyen de la houille.

Les départemens de la Sarre, de l'Aude, de l'Isère, du Haut-Rhin, de la Nièvre et de Jemmapes, avaient envoyé des aciers dont les fabricans furent jugés dignes, les uns de médailles d'or, les autres de médailles d'argent, d'autres enfin de mentions honorables; mais on désirait encore d'importans progrès dans cette fabrication. On espérait que l'art de raffiner l'acier naturel ou l'acier cimenté, et d'assortir constamment les différentes qualités d'acier pour les besoins des différens arts, deviendrait en France plus commun, plus sûr et plus économique. Parmi les aciers qui furent distingués par le Jury, on regrettait de ne pas voir l'acier fondu, dont l'industrie anglaise semblait retenir exclusivement la possession. Nous verrons plus tard si les vœux formés en 1806 ont été exaucés, sur le territoire français, tel qu'il est aujourd'hui.

Acier  
en 1806.

La fabrication des faulx, que plusieurs pays étrangers avaient long-temps regardée comme le patrimoine de leurs habitans, offrait déjà, en l'année 1806, des résultats très-satisfaisans dans les départemens des Vosges, du Jura, du Haut-Rhin, de la Moselle, du Doubs et des Hautes-Alpes. Tels furent, à cette époque, presque tous les départemens dont les produits en faulx et en faucilles furent distingués par des médailles d'or ou d'argent, et par des mentions honorables. Un seul département, aujourd'hui étranger, celui de la Sésia, partagea l'honneur de cette fabrication avec les départemens français, en obtenant une médaille d'argent. Cependant, malgré les

Faulx  
en 1806.

succès obtenus, plusieurs établissemens de ce genre n'ont pu, vers l'époque indiquée, se maintenir sur le territoire français. Nous verrons plus tard quel est aujourd'hui l'état d'un genre d'industrie qu'on désire depuis long-temps de voir se naturaliser en France.

Limes  
en 1806.

Des limes, jugées excellentes et bien taillées, avaient été envoyées à l'exposition de 1806, par les départemens d'Indre et Loire, du Calvados et de l'Ourthe, ainsi que par l'École des Arts et Métiers, alors établie à Compiègne, département de l'Oise. Le Jury, en se bornant à distinguer ces objets par une seule médaille d'argent et par trois mentions honorables, fit voir qu'il attendait de nouveaux progrès.

Des cylindres à laminoir, fabriqués avec des aciers provenans de l'aciérie de Souppes, qui est située dans le département de Seine et Marne, furent jugés dignes d'une médaille d'or.

Tôles et fer-  
blanc  
en 1806.

Les départemens de la Moselle et de l'Ourthe avaient envoyé à l'exposition des tôles laminées et des fers-blancs, pour lesquels le Jury se contenta d'accorder une médaille d'argent de première classe, une de seconde, et une mention honorable; c'était récompenser de premiers succès, en excitant les fabricans à de nouveaux efforts.

Dans l'intention d'encourager la fabrication des ustensiles en fer battu, le Jury cita dans son rapport le nom d'un seul fabricant, du département de Jemmapes.

Tréfileries  
en 1806.

Trois établissemens de tréfileries, dans le département du Doubs, et deux dans le département de l'Orne, furent distingués par des médailles d'argent de première classe, comme ayant

fourni des fils de fer de bonne qualité et propres à la fabrication des cardes. L'un de ces établissemens, celui de Boisthorel, près l'Aigle, avait présenté au concours des fils d'acier gradués avec intelligence et capables de satisfaire à tous les besoins des arts.

Le travail de l'acier poli valut à un manufacturier de Paris (à feu M. Schey), une médaille d'argent, accompagnée d'éloges et d'encouragemens.

Acier poli  
en 1806.

Des ouvrages de serrurerie, exécutés avec soin sur de bons modèles, et offerts au commerce pour des prix inférieurs à ceux des manufactures d'Allemagne, furent distingués par deux médailles d'argent, décernées à deux entrepreneurs des actives fabriques qui existent à Escarbotin, dans le département de la Somme. Une mention honorable, pour des ouvrages du même genre, fut le prix des travaux d'un habile serrurier de Paris.

Serrurerie  
en 1806.

La fabrication des instrumens de chirurgie fut récompensée par une médaille d'argent de première classe, qu'obtint un coutelier de Bordeaux. La coutellerie commune de St.-Étienne, département de la Loire, et celle de Thiers, département du Puy-de-Dôme, furent mentionnées honorablement, et pour la bonne qualité des produits, et pour la modicité des prix, et pour le nombre d'ouvriers qu'emploie cette industrie si variée, si active, et pour l'étendue de la branche de commerce qui s'y rapporte. La coutellerie fine de Paris (Seine), de Langres (Haute-Marne), de Moulins (Allier), de Châtellerault (Vienne), fut également distinguée par une mention honorable. Enfin, le Jury, pour

Coutellerie  
en 1806.



encourager l'art de la coutellerie, nomma dans son rapport quatre autres fabricans de Paris et un fabricant de Bordeaux, comme ayant présenté de la coutellerie fine, de bonne qualité et d'une exécution soignée; il y ajouta le nom d'un fabricant du département des Vosges, qui avait envoyé de la coutellerie commune, d'un prix modique, et des lames d'une bonne trempe.

Quincaille-  
rie  
en 1806.

Le Jury de 1806 jugea dignes, soit de récompenses, soit d'encouragemens, neuf fabricans qui avaient présenté divers outils et instrumens, tels que : poinçons et alènes, hameçons, gouges et boute-avant pour les graveurs en bois, arbres de tour portant différens pas de vis, machines propres à étalonner et diviser le mètre, pesons à ressort et à cadran, peignes à serancer le chanvre, couteaux à revers pour les corroyeurs, vis à bois assorties, très-bien fabriquées à l'aide de machines de nouvelle invention; une médaille d'argent de deuxième classe et huit mentions honorables furent les témoignages de satisfaction que reçurent ces fabricans, dont les ateliers étaient situés dans les départemens de la Meurthe, des Côtes-du-Nord, de la Seine, de la Seine-Inférieure, de l'Isère, de l'Eure et du Haut-Rhin, c'est-à-dire, sur l'ancien territoire de la France.

Aiguilles  
en 1806.

La fabrication des aiguilles à coudre, à broder et à tricoter, de toutes les espèces, rappelle Aix-la-Chapelle et Borçette. L'honneur de cette industrie appartint tout entier au département de la Roër, aujourd'hui pays étranger. Une médaille d'or fut décernée à l'ensemble de ces fabriques, et remise au maire d'Aix-la-Chapelle.

Épingles  
en 1806.

Quant aux épingles, l'honneur de la fabrication fut partagé; une médaille d'argent de pre-

mière classe fut décernée à un manufacturier d'Aix-la-Chapelle, qui avait inventé de nouveaux procédés; mais une manufacture française, située à l'Aigle, département de l'Orne, obtint une médaille d'argent de deuxième classe, pour avoir fabriqué, suivant les procédés ordinaires, des épingles raffinées, d'une très-bonne proportion et d'un prix modéré.

L'excellente fabrication des armes de toute espèce, est, pour notre vieille France, un apanage aussi ancien que la valeur française. Lorsque l'industrie de tant de pays étrangers était appelée à concourir avec celle de la France, ce fut une seule manufacture, toute française malgré son nom allemand, ce fut *Klingenthal* (département du Bas-Rhin), qui présenta des armes blanches, d'un mérite consacré par les victoires de nos armées. Le Jury de 1806 décerna une médaille d'or à cette célèbre manufacture d'armes blanches.

Armes  
blanches  
en 1806.

Pour la fabrication des armes à feu, une médaille d'argent, de deuxième classe, fut décernée à un arquebusier de Paris, et le Jury mentionna honorablement la fabrique de Saint-Étienne, ainsi que les arquebusiers de Paris, et le conservateur du dépôt central de l'artillerie, M. Renzier. Un seul fabricant d'armes, du pays de Liège, aujourd'hui étranger, M. Feuillet, partagea cet honneur avec les Français, pour avoir présenté des platines *identiques*, ainsi nommées à cause de la parfaite similitude des pièces qui les composent.

Armes à feu  
en 1806.

A cette même époque, de l'exposition de 1806, la plus grande activité régnait dans les célèbres manufactures d'armes à feu de Saint-Étienne,

de Roanne, de Tulle, de Tarbes, de Maubeuge, de Charleville, de Muntzig et de Versailles.

Après avoir rappelé le beau spectacle qu'offre l'industrie française du règne minéral, en 1806, considérons-la telle qu'elle est en 1819. Afin de faciliter la comparaison des deux époques, nous examinerons successivement tous les objets dans le même ordre.

## EXPOSITION DE 1819.

*Examen de la deuxième question posée ci-dessus.*

Plomb  
en 1819.

L'exploitation du plomb est en activité dans les départemens du Finistère, de la Lozère, de l'Isère et de la Haute-Loire. On poursuit ailleurs quelques recherches qui ont ce métal pour objet. La diminution de richesse, que la France a éprouvée en ce genre, sera peut-être bientôt compensée, avec avantage, par le rétablissement des célèbres travaux souterrains de la Croix et de Sainte-Marie, dans les Vosges; du moins, tels sont les vœux et l'espoir du Conseil des Mines.

Dans l'état actuel des choses, on obtient annuellement du territoire français environ 5000 quintaux métriques, tant de plomb que de litharge, avec 1343 kilogrammes d'argent, et 1200 quintaux métriques de plomb sulfuré dit *alquifoux*.

Par la comparaison des importations et des exportations en ce genre, qui ont été constatées pour les deux années 1816 et 1817, on peut calculer, en prenant la moyenne de ces deux années, que la quantité de plomb et litharge, ci-dessus énoncée comme produit du sol français,

n'est qu'environ la huitième partie du plomb qui est actuellement nécessaire à la France pour son intérieur, et que la quantité d'*alquifoux* correspond à la septième partie de ses besoins annuels (1).

Mais si la France est encore réduite à tirer de l'étranger une quantité considérable de plomb, son industrie sait déjà augmenter avantageusement, par la main-d'œuvre, le prix de cette matière première. C'est ce que prouvent onze envois qui sont mentionnés dans le Catalogue de l'exposition de 1819, sous les nos. 940 à 944, 1364 à 1366, 1409, 1429 et 1432:

Divers ouvrages en plomb laminé sont présentés par le département de la Seine, et notamment des feuilles de plomb bien exécutées, dont la largeur est de 9 pieds;

Des balles et du plomb de chasse, d'une fabrication satisfaisante, sont envoyés par les départemens du Calvados et d'Indre et Loire;

Un tuyau de plomb laminé, sans soudure, provient du département du Nord;

D'autres tuyaux de plomb, qui sont aussi

(1) Voyez, dans les *Annales des Mines*, 4<sup>e</sup> livraison de l'année 1818, page 571 et suivantes:

1<sup>o</sup>. Le Tableau des substances minérales qui ont été importées de l'étranger ou exportées de France, en 1816 et 1817, rédigé d'après les documens officiels fournis par l'Administration des Douanes à l'Administration des Ponts-et-Chaussées et des Mines;

2<sup>o</sup>. Le Tableau des produits bruts des mines, minières, etc., du royaume, en 1817, rédigé d'après les documens existans à l'Administration des Ponts-et-Chaussées et des Mines;

3<sup>o</sup>. Les Observations sur les deux tableaux qui précèdent par M. Louis Cordier, inspecteur-divisionnaire au Corps royal des Mines.

exécutés au laminoir et sans soudure, font partie des produits qu'expose le département des Bouches-du-Rhône.

Ces objets, en général, n'offrent rien de nouveau; cependant, il convient de remarquer que le procédé qui est employé, pour la fabrication des tuyaux sans soudure, a pris une estimable consistance; car les consommateurs préfèrent ces tuyaux de plomb aux tuyaux soudés.

Nous reviendrons plus tard sur le mérite des divers fabricans, en traitant notre troisième question, qui est relative aux personnes et aux distinctions.

Parmi les produits plombifères, les plus dignes de l'attention du Jury nous paraissent être: le *minium* (ou oxide rouge de plomb), qui est envoyé par le département d'Indre et Loire comme produit de la fabrique de Tours, et par le département de la Seine comme produit de la fabrique de Clichy; la belle *céruse* (ou carbonate de plomb) de cette dernière fabrique; celle que présente aussi le département de la Meurthe; et enfin, le sel de saturne (ou acétate de plomb), qui est envoyé par les départemens de l'Hérault et de la Côte-d'Or.

Si la France a lieu de regretter plusieurs des mines de cuivre qu'elle possédait en 1806, celles de son ancien territoire, et particulièrement les célèbres exploitations de Saint-Bel et de Chessy, département du Rhône, se sont enrichies de nouvelles découvertes depuis cette époque. On espère que plusieurs mines, abandonnées depuis long-temps, pourront être rétablies avec succès, par exemple, celles des Pyrénées, et notamment à Baigorry.

Aujourd'hui, la production annuelle du cuivre indigène est, en France, d'environ 1200 quintaux métriques. D'après une comparaison analogue à celle que nous avons établie ci-dessus, relativement au plomb, il paraît, si l'on prend la moyenne des années 1816 et 1817, que la France a besoin, pour son intérieur, d'une quantité de cuivre rosette qui s'élève annuellement à 20000 quintaux métriques; ainsi, le royaume ne produit aujourd'hui qu'environ la dix-septième partie de la quantité de ce métal, qui lui est nécessaire.

Une industrie active s'exerce, dans plusieurs belles manufactures françaises, sur une quantité d'environ 18500 quintaux métriques de cuivre, tant neuf que vieux; telle est, à ce qu'il paraît, la quantité de métal brut que nous tirons de l'étranger par année commune, calculée d'après 1816 et 1817.

Les produits de nos manufactures de cuivre sont exposés sous les nos. 952 à 957:

Du cuivre laminé est envoyé par les départemens des Ardennes, de l'Eure et de la Seine-Inférieure;

Des planches de cuivre, par les départemens de la Haute-Garonne et de la Nièvre.

Parmi les établissemens de ces diverses contrées, ceux de Fromelonne, département des Ardennes, de Romilly, département de l'Eure, et de Toulouse, département de la Haute-Garonne, soutiennent et augmentent leur ancienne réputation; ceux de Rugles, département de l'Eure, de Rouen, département de la Seine-Inférieure, et d'Imphy, département de la Nièvre, sont des établissemens nouveaux, qui, dès leur entrée

dans la carrière, y figurent avantageusement. En général, tous les produits de ces manufactures de cuivre rouge se font remarquer par leur beauté et par leur bonne qualité. On distingue, pour la netteté du décapage et pour la belle exécution, les doublages, planches et fonds de chaudières, de la manufacture d'Imphy, dans laquelle s'est transportée toute entière l'industrie renommée de l'établissement de *Dilling*, aujourd'hui séparé de la France.

Cette manufacture n'existe que depuis le 1<sup>er</sup> mai 1816; et déjà, elle procure du travail à plus de quatre cents individus. On y fabrique annuellement 3000 quintaux métriques de cuivre laminé en planches, tant pour les ateliers de chaudronnerie, que pour le service de la marine. Les premières ont habituellement 52 pouces de long, 42 de large,  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{1}{3}$  de ligne d'épaisseur; les secondes, 60 pouces de long, 18 de large, et un poids total de 8 à 12 livres.

Une feuille de cuivre, exposée par l'établissement d'*Imphy* (sous le n<sup>o</sup>. 935), présente les dimensions que voici : 1 mètre 949 millimètres, ou 6 pieds de long; 1 mètre 272 millimètres, ou 3 pieds 11 pouces de large; un demi-millimètre d'épaisseur : cette feuille pèse 5 kilogrammes.

Le même établissement d'Imphy a présenté une tuyère en cuivre, à l'usage des forges à fer; cette pièce, très-bien exécutée, est offerte pour le prix de 5 francs le kilogramme. Jusqu'à ce jour, le prix de semblables objets, qui sont d'une utilité bien connue dans les usines métallurgiques, s'était élevé, dans les autres fabriques, au-dessus de 6 francs le kilogramme.

On remarque, comme une sorte de tour de

force, deux plauches de cuivre que présente la manufacture de Romilly, sous le n<sup>o</sup>. 937; ces planches, très-bien exécutées, ont 12 à 13 pieds de long sur 6 pieds  $\frac{1}{2}$  de large. La même manufacture a exposé des clous de cuivre, qui sont dignes d'être employés pour l'assemblage de ces belles planches.

Quoique l'exposition de 1819 n'offre aux regards du public aucun ouvrage nouveau des actifs et loyaux fabricans de Villedieu, département de la Manche, qu'il nous soit permis de rappeler en passant, que cette modeste industrie, qui s'applique depuis plusieurs siècles à refondre et à façonner les vieux cuivres, se soutient toujours avec honneur dans cette partie de la France, ainsi que dans plusieurs autres dont nous avons déjà fait mention, au sujet de l'exposition de 1806.

Vers l'année 1810, une nouvelle branche d'industrie s'est naturalisée sur l'ancien territoire de la France; c'est la fabrication du laiton. Avant cette époque, il avait existé, à la vérité, une seule fabrique de ce genre, à Landrichamp, dans les Ardennes; mais depuis long-temps elle était hors d'activité, lorsqu'en 1810 l'usine à laiton, de Fromelonne, près Givet, fut construite par M. de Contamine. Cette usine est aujourd'hui entre les mains de M. Saillard.

En 1819, la fabrication du laiton brut est en activité dans plusieurs grandes usines situées à Fromelonne, à Landrichamp, à Rouen, à Romilly, et dans quelques petites fonderies qui existent à Rouen et à Paris.

On estime que l'ensemble de ces usines procure annuellement 11000 quintaux métriques

Laiton  
en 1819.

de laiton; un tiers environ de cette quantité est obtenu par la fusion du cuivre rosette avec la calamine, le vieux cuivre jaune et le zinc métallique, tandis que les deux autres tiers résultent de la fusion du cuivre rosette avec le zinc seul (1). Il paraît, d'après les années 1815 à 1817, qu'outre la quantité de laiton que la France fabrique elle-même, elle tire annuellement de l'étranger environ 7000 quintaux métriques de cette matière première.

Ainsi, l'industrie manufacturière s'exerce, en France, sur environ 18000 quintaux métriques de laiton, par année.

Divers échantillons de cette industrie sont exposés sous les nos. 897, 931, 937 à 939 :

Du laiton brut est présenté par le département de la Seine-Inférieure ;

Du fil de laiton, par les départemens de l'Eure, de la Seine-Inférieure, du Doubs, du Bas-Rhin, des Ardennes ;

Des anneaux polis, en laiton, et des dés en similor, par le département d'Eure et Loir.

Nous pouvons ajouter que, dans plusieurs établissemens qui n'ont pas exposé leurs produits en ce genre, par exemple, à Imphy, département de la Nièvre ; à Hayange, département de la Moselle ; à Avignon, département de Vaucluse ; à Chandey, près l'Aigle, département de l'Orne ; à Courteil, près Verneuil ; et

(1) Voyez 1°. dans les *Annales des Mines*, 3e. livraison de 1818, page 380, l'Extrait d'un rapport de M. Duhamel, inspecteur général des Mines, sur l'état actuel des fabriques de laiton en France, etc. ;

2°. Les Tableaux et Observations déjà indiqués ci-dessus, page 35.

à Launay, département de l'Eure, il existe des laminoirs qui sont quelquefois employés à réduire le laiton en feuilles.

Parmi les produits en cuivre jaune qui sont exposés aux regards du public, les fils de laiton de MM. Boucher fils, fabricans dans les départemens de la Seine-Inférieure, de l'Orne et de l'Eure, ainsi que les cordes de piano de M. Mouchel, de l'Aigle, no. 895, nous paraissent mériter l'attention particulière du Jury, comme étant de la plus belle exécution.

C'est ici le lieu de faire mention de plusieurs grands appareils en cuivre battu, et des beaux ouvrages en bronze, qui sont exposés par divers fabricans du département de la Seine, sous les nos. 1291 à 1300, et 1306. Des ateliers de ce même département, il est sorti deux autres ouvrages dont tous les Français sauront apprécier le mérite, autant qu'ils en chérissent l'objet. Ce sont deux statues de Henri IV : la première est une statue équestre qui a déjà repris sa place sur le Pont-Neuf, à Paris ; la seconde est une statue pédestre, qu'on voit exposée dans la cour du Louvre, et qui doit recevoir les hommages des Français à Nérac, dans les mêmes lieux qui furent témoins de la jeunesse du bon Henri. A cet égard, laissant de côté ce qui appartient à l'art du statuaire, nous nous bornerons à remarquer que l'art du fondeur soutient, en France, son ancienne réputation, et même que les procédés de cet art difficile sont exécutés aujourd'hui plus économiquement qu'autrefois.

En terminant ce qui concerne le cuivre, nous rappellerons au Jury l'acétate, ou verdet cristallisé, du département de la Côte-d'Or, et celui

Bronzes,  
etc.,  
en 1819.

du département de l'Hérault, qui est exposé sous le n<sup>o</sup>. 1429; enfin, les cymbales et *tamtams*, alliage long-temps inconnu, de cuivre et d'étain, qui est aujourd'hui exécuté avec succès et à bas prix, par l'École royale des Arts et Métiers de Châlons sur Marne, d'après les savantes recherches de M. d'Arcet.

Zinc  
en 1819.

La France ne possède plus aucune exploitation de calamine, qui puisse fournir le zinc aux nombreuses fabriques dont nous avons déjà rappelé les besoins; mais d'après d'heureux essais, qui ont été entrepris en 1818 par M. Boucher, sous les auspices de l'Administration des Mines, un nouveau moyen d'obtenir, du sol français, le zinc ou son oxide, pourra dédommager amplement les fabricans de laiton. Ce moyen existe dans un minéral connu sous le nom de *blende*, ou zinc sulfuré, que la France possède en abondance, mais qui était négligé par nos mineurs, et que désormais on saura mettre à profit. Comme les détails des essais exécutés en grand, à cet égard, sont consignés dans les *Annales des Mines*, nous ne nous y arrêterons pas davantage (1).

Bornons-nous à remarquer que, d'après les faits constatés pour les années 1816 et 1817, l'importation de calamine, tant brute que grillée, s'élève, en France, à 1000 et quelques quintaux

(1) Voyez, dans les *Annales des Mines*, 1<sup>o</sup>. l'Extrait d'un mémoire sur l'emploi de la *blende* dans la fabrication du laiton, etc.; par M. Boucher fils, manufacturier à l'Aigle, 2<sup>e</sup>. livraison de l'année 1818, page 227;

2<sup>o</sup>. L'extrait d'un rapport de M. Berthier, ingénieur au Corps royal des Mines, sur les essais faits dans une fonderie de laiton, avec la *blende*, etc., 3<sup>e</sup>. livraison, 1818, pag. 345.

métriques par année commune, et l'importation de zinc métallique, à 1155 quintaux métriques, sur lesquels on n'exporte hors de France qu'environ 560 quintaux métriques de zinc; ces données feront sentir l'importance de l'innovation qui a été tentée avec succès. On espère que les besoins de nos fabriques de laiton, qui jusqu'à présent sont réputés équivaloir en total à 3276 quintaux métriques de calamine étrangère, pourront un jour être satisfaits avec 2366 quintaux métriques de blende tirée du sol de la France.

En attendant, l'industrie manufacturière s'exerce avantageusement sur le zinc à l'état de métal, ainsi qu'on le voit par les objets exposés sous les n<sup>os</sup>. 945 à 947 :

Le département des Ardennes présente du zinc laminé et du zinc étiré à la filière;

Le département de l'Eure, des clous de zinc;

Le département de la Seine, un barreau ainsi que des clous de ce métal, et le buste du Roi, coulé en zinc et réparé à l'outil.

Tous ces objets prouvent que l'art avec lequel on traite le zinc, en France, a définitivement élevé ce métal au rang des métaux ductiles.

L'exploitation de l'étain est née en France depuis l'exposition de 1806. Cette nouvelle branche d'industrie est due aux recherches que le Gouvernement a fait exécuter par le Corps royal des Mines, à Vaury, dans le département de la Haute-Vienne, et à Piriac, dans le département de la Loire-Inférieure (1). Aujourd'hui, ces

Étain  
en 1819.

(1) Voyez: 1<sup>o</sup>. dans le *Journal des Mines*, n<sup>o</sup>. 198,

deux mines fournissent déjà quelques produits; des échantillons en sont exposés sous le n°. 1530.

L'étain français, quand le minerai est traité avec soin, comme il l'a été dans le Laboratoire de l'École royale des Mines, est reconnu supérieur aux meilleurs étains d'Angleterre; il ne le cède en rien à ceux de Banca et de Malaca.

L'étain de Vauray est allié naturellement à une très-petite portion de fer; il en résulte qu'avec ce métal seul, et sans le secours des alliages artificiels qu'on introduit ordinairement dans l'étain, on peut fabriquer des ustensiles de ménage qui sont aussi *fermes* que l'étain allié du commerce, et dont l'usage ne présente aucun des inconvéniens de ce dernier, sous le rapport de la salubrité.

L'étain français, réduit en feuilles, a été employé pour l'étamage d'une glace très-nette, que l'on voit auprès des minerais et du métal français.

Une autre feuille d'étain, mais d'étain étranger, laquelle est remarquable par une grande étendue et par une belle exécution, se trouve exposée sous le n°. 1180, avec les produits de la manufacture royale des glaces de Saint-Gobin et Paris.

Enfin, pour ne rien passer sous silence de ce qui a rapport à l'étain, nous rappellerons au Jury des ustensiles fabriqués avec ce métal, dans le département de la Seine, lesquels sont exposés

page 435, une Notice sur la découverte de l'étain en France; par M. de Cressac, ingénieur en chef des Mines;

2°. Dans les *Annales des Mines*, 1<sup>re</sup> livraison de 1819, page 21, un Rapport sur la mine d'étain de Piriac; par MM. Juncker et Dufrenoy, aspirans au Corps royal des Mines.

sous les nos. 1444 et 1445, ainsi que du muriate d'étain, qui est envoyé par le département de la Seine-Inférieure et présenté aux regards du public sous le n°. 1440.

D'après les faits constatés pour les années 1816 et 1817, on estime que l'importation de l'étain étranger, tant brut qu'ouvré, mais principalement brut, s'élève en France, par année commune, à 3500 quintaux métriques; l'exportation de ce métal, principalement à l'état d'étain ouvré, ne s'élève qu'à 800 quintaux métriques. Ces faits sont propres à faire sentir combien il est à désirer que l'exploitation et le travail ultérieur de l'étain prennent en France tout le développement que les nouvelles découvertes permettent d'espérer.

L'antimoine est toujours exploité sur l'ancien territoire de la France, dans les mêmes départemens dont nous avons déjà fait mention au sujet de l'exposition de 1806. Aucun produit de ce genre n'est exposé en 1819; c'est apparemment, ou parce que les produits sont restés tels qu'ils étaient, ou parce que quelques améliorations qu'on a entreprises n'ont pas encore procuré tous les résultats espérés. Quoi qu'il en soit, on obtient annuellement du sol de la France, environ 1200 quintaux métriques d'antimoine cru, ou sulfure épuré par le feu, dont une partie est réduite en *régule*, pour les besoins de l'art typographique, etc., ou convertie en *crocus* et en médicamens.

D'après un terme moyen, déduit des années 1816 et 1817, l'importation relative à ce métal n'excède pas annuellement, en France, 6 ou 7 quintaux métriques; et l'exportation s'élève à peu-près à 260 quintaux métriques, tant d'anti-

Antimoine  
en 1819.

moins cru que de régule. Ainsi, la balance du commerce est, à cet égard, entièrement à l'avantage de la France. Que n'en est-il de même pour tous les métaux !

Mercure  
en 1819.

Le mercure n'est pas exploité sur le territoire français; cependant, la France jouit d'un avantage qui lui manquait en 1806; c'est qu'une fabrique de *vermillon*, ou sulfure de mercure en poudre, est en activité dans le département de la Seine: on en voit les produits sous le n<sup>o</sup>. 1396: ils se distinguent par l'éclat de leur couleur.

Fer  
en 1819.

Nous voilà parvenus à la plus belle partie de la métallurgie française, à ces forges qui constituent une des plus précieuses richesses de notre belle patrie.

Parmi les nombreux produits que nous offre le travail du fer, il convient de distinguer, dans l'exposition de 1819, la fonte de fer, le fer forgé, l'acier de toutes sortes, les faux, les limes et les râpes, la tôle et le fer blanc; les fils de fer et les fils d'acier, les aiguilles, les épingles, les cardes et les toiles métalliques; les ouvrages de quincaillerie, de serrurerie et de coutellerie; les armes blanches et les armes à feu: tels sont les objets que nous allons passer en revue.

Fonte de fer  
en 1819.

Treize envois de fonte de fer, tant brute que moulée, sont présentés aux regards du public, sous les nos. 821 à 832, 852 et 919, par les départemens de l'Isère, de la Côte-d'Or, de la Haute-Marne, de la Moselle, du Haut et du Bas-Rhin, de la Somme, d'Eure et Loir, et de la Seine. Les fontes brutes d'Allevard et de Vienne, département de l'Isère, exposées sous les nos. 823 et 824, sont des fontes grises, d'une bonne qualité, qui, depuis long-temps, est commune en France. Ces

deux fontes ont été obtenues, la première par le moyen du charbon de bois, et la seconde par le moyen de la houille carbonisée, dite *coke*; ce dernier procédé, qui, depuis trente ans, est en activité dans l'usine du Creusot, n'offre rien de particulier à Vienne, si ce n'est qu'on y emploie, parmi les minerais, mais seulement dans la proportion d'un cinquième, le fer carbonaté des houillères, qui provient des mines du département de la Loire.

Ce précieux minerai, dont il a déjà été fait mention plus haut, est susceptible, en France, d'un usage beaucoup plus étendu, beaucoup plus avantageux, principalement dans certains lieux où le bois manque et où la houille abonde. En d'autres lieux, où il existe tout à-la-fois des forêts et des mines de houille à proximité des usines, on pourra, très-utilement aussi, fondre le minerai de fer à l'aide du bois dans les hauts-fourneaux, et affiner la fonte, pour la réduire en fer, par le moyen de la houille, dans les fourneaux de réverbère. Ce sera par une sage combinaison de ces divers procédés, que les usines françaises parviendront à répandre abondamment, dans le commerce, de bonnes fontes et de bons fers, d'un prix peu élevé; alors, elles rivaliseront avec certaines usines étrangères dont ces mêmes procédés ont fait la réputation et la richesse.

Tels sont du moins les vœux qu'a depuis long-temps exprimés l'Administration des Mines: dès l'année 1805, la description des procédés qui sont usités dans les forges de la Grande-Bretagne fut publiée par le Conseil des Mines,



d'après les observations d'un ingénieur des Mines de France (1).

Depuis cette époque, on a exécuté sur divers points de la France, et notamment dans le département du Nord, en l'année 1817, par les soins réunis d'un ingénieur au Corps royal des Mines et de M. l'ingénieur-mécanicien des mines d'Anzin, des essais en grand, qui ont présenté d'heureux résultats, pour la fusion du minerai de fer des houillères par le moyen de la houille (2). Plusieurs grandes entreprises se sont formées tant pour cet objet, que pour les travaux ultérieurs qui s'y rapportent, par exemple, celle d'une *Société anonyme*, dans le département de la Loire, et celle de MM. Frère Jean, dans le département de l'Isère (3).

Espérons que bientôt de semblables établissemens acheveront de faire participer la France aux bienfaits de cette importante révolution, qui, depuis quelques années, s'est opérée, en Europe, dans le travail du fer.

(1) Voyez *Journal des Mines*, n°. 100, un Mémoire sur les procédés employés en Angleterre pour le traitement du fer par la houille, par M. de Bonnard, ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

(2) Voyez dans les *Annales des Mines*, 3°. livraison de 1819: 1°. le Procès-Verbal des essais faits par MIM. Clere, ingénieur au Corps royal des Mines, et Tournelle, ingénieur-mécanicien des mines d'Anzin; 2°. l'Extrait d'un Rapport de M. Berthier, ingénieur au Corps royal des Mines, sur les minerais de fer des houillères de France.

(3) Voyez les *statuts* de la Société anonyme, dite *Compagnie des mines de fer de Saint-Etienne*, imprimés à Mont-Brison, en 1818. Par l'article 48 de ces statuts, M. de Gallois, ingénieur en chef au Corps royal des Mines, est nommé *directeur-fondateur* de l'établissement.

Si l'on compare les objets en fonte moulée, que réunit l'exposition de 1819, avec ceux qui furent exposés en 1806, on reconnaît d'un coup d'œil les progrès qu'a faits cette branche d'industrie.

On voit avec plaisir que, pour la fabrication des socs de charrue, la fonte de fer est habilement employée en France, et que la pointe du soc est formée par un morceau de *gros-acier*, inséré dans la fonte. Un moulin à farine, exposé sous le n°. 1470, présente des meules en fonte de fer, qui sont susceptibles d'être *repiquées* comme les meules de pierre.

En général, tous les produits en fonte de fer moulée sont bien exécutés; mais il convient surtout de remarquer les objets exposés sous les numéros suivans, savoir :

Ustensiles, outils, pièces de machine, couverts de table et clous, en fonte adoucie, que M. Baradelle, de Paris, présente sous le nom de *fonte malléable* (n°. 821), objets dont le mérite a déjà été couronné par la Société d'Encouragement (1);

Vases de fonte émaillée (n°. 831), qui ont valu ce même honneur à M. Würtz, de Strasbourg;

Fourneaux et braisières en fonte de fer, provenans de la forge de Creutzwald, département de la Moselle (n°. 832);

Mortiers et pilons, présentés par M. Meutzer,

(1) Voyez dans les *Annales des Mines* de 1819, 1<sup>re</sup> livraison, page 159 et suivantes, l'Extrait d'un rapport de M. Gillet de Laumont, inspecteur général des Mines, sur la fabrication de divers objets de petites dimensions, en fonte de fer adoucie.

département de la Seine (n<sup>o</sup>. 822), ouvrages bien traités au tour et d'un beau poli;

Socs de charrue et roues, par M. Rochet, à Bèze, Côte-d'Or (n<sup>o</sup>. 825);

Divers ouvrages et ustensiles, par M. Goupil, à Dampierre, Eure et Loir (n<sup>o</sup>. 830);

Assortimens de roulettes en fonte de fer, par M. Dumas fils, à Paris (n<sup>o</sup>. 919).

Usines à fer  
en 1819.

Sur le territoire français, on compte aujourd'hui plus de cinquante départemens dans lesquels il existe des hauts-fourneaux, employés pour la fusion des minerais de fer. Le seul département de la Haute-Marne possède quarante-trois de ces grands appareils; la Haute-Saône trente-huit; la Nièvre trente; la Côte-d'Or autant; la Dordogne vingt-neuf; l'Orne vingt-un; la Meuse autant; la Moselle quatorze; l'Isère à-peu-près le même nombre, ainsi que le Cher et l'Allier, considérés ensemble; Saône et Loire neuf; le Haut et le Bas-Rhin, autant pour ces deux départemens; l'Eure huit, ainsi que l'Indre; enfin, le Jura six, ainsi que le Doubs. Le nombre total des hauts-fourneaux excède trois cent cinquante.

D'après les états de produits qui sont déposés à l'Administration des Mines, on estime que, de l'activité des hauts-fourneaux, il résulte par année moyenne :

En fonte, moulée immédiatement, environ 145000 quintaux métriques;

En fonte brute, destinée,

Soit au moulage par seconde fusion (ce qui est un objet peu considérable);

Soit aux affineries de fer (ce qui est l'objet principal);

Soit aux aciéries (dont les progrès seront indiqués plus tard);

En total, environ 960000 quintaux métriques.

Cette quantité de fonte brute, d'après le taux connu du déchet qu'elle éprouve, équivaut au moins à 640000 quintaux métriques de fer forgé en grosses barres.

De plus, il existe en France quatre-vingt-dix-huit forges catalanes, dans lesquelles on obtient directement le fer, du minerai, et dont le produit annuel en métal est d'environ 150000 quintaux métriques.

Ainsi, un total de 790000 quintaux métriques de fer, forgé en grosses barres, voilà l'importante masse de matière première, ou de métal brut tiré du sol de la France, sur laquelle s'exerce annuellement l'industrie française.

Outre cela, ainsi qu'on peut le calculer d'après les années 1816 et 1817, la France reçoit annuellement de l'étranger, par l'importation, 25083 quintaux métriques de fonte brute, et elle n'exporte que 1788 quintaux métriques de cette matière première. On estime aussi, d'après un calcul analogue, que, par année moyenne, il entre en France 188703 quintaux métriques de fer forgé en barres plates, carrées ou rondes, qui provient des usines étrangères, tandis que les usines françaises n'envoient au-dehors, par l'exportation, qu'environ 17002 quintaux métriques de fer forgé des mêmes sortes (1).

Ce qui précède, concernant l'exposition de 1806, a déjà rappelé au Jury toutes les ingé-

(1) Voyez *Annales des Mines* de 1818, 4<sup>e</sup>. livraison, page 574 et suivantes.

nieuses métamorphoses que subit une grande partie de ce métal, dans une multitude d'ateliers de conversion.

Les nombreux échantillons de gros fer en barres, de fer fendu et de fer martiné, que réunit l'exposition de 1819, sont envoyés par les forges des départemens de l'Isère, de la Haute-Vienne, de la Haute-Marne, de la Haute-Saône, du Cher, d'Eure et Loir, du Jura, de l'Allier, de la Côte-d'Or, des Ardennes, du Bas-Rhin, et de l'Aude; ils sont exposés sous les nos. 834 à 851.

C'est faire l'éloge de ces fers, que de remarquer qu'en général ils soutiennent la réputation des forges françaises. Nous avons déjà rappelé ce qui fut déclaré, à cet égard, par le Jury de 1806. Le Jury de 1819 a tout lieu d'être également satisfait de la bonne qualité des fers de la France; il faut cependant avouer qu'on leur reproche d'être d'un prix beaucoup plus élevé que ceux des nations voisines et rivales; mais il faut espérer que bientôt, éclairés par leur propre intérêt, et guidés par les lumières des sciences qui se répandent dans les ateliers, nos maîtres de forge sentiront la nécessité d'employer des procédés plus économiques; sans cela, ils ne sauraient soutenir la concurrence des étrangers, et renoncer enfin, du moins en partie, à la protection, jusqu'à présent trop nécessaire, de ces droits d'entrée dont se plaignent les consommateurs. Plusieurs améliorations déjà effectuées en font espérer de nouvelles.

Par exemple, dans un grand nombre de forges françaises, les soufflets à piston remplacent les anciens soufflets pyramidaux. Dans le départe-

tement du Cher, M. Anbertot a su adapter à ses hauts-fourneaux et à ses affineries, des fours à réverbères qu'il échauffe avec le calorique superflu; par ce moyen, on élève à la température convenable toutes les sortes de fer destinées à d'autres manipulations, et même les fers à fendre, ainsi que les aciers de cémentation (1).

Dans le département de l'Allier, M. Rambourg fabrique des fers qui résistent aux plus fortes épreuves, tant à froid qu'à chaud; on en voit des échantillons remarquables sous le n°. 848.

Dans le département du Jura, MM. Lemyre, à ce qu'assure le Jury spécial de ce département, sont parvenus à obtenir constamment des fers très-doux, en n'employant que des fontes aigres, et cela, par un procédé fort simple; il consiste, en général, à mêler avec la fonte, dans le feu d'affinerie, une certaine quantité de minerai semblable à celui dont elle provient.

Dans le département de l'Isère, les forges catalanes ont commencé à remplacer un mode vicieux d'affinage du fer (2).

Parmi les efforts des maîtres de forge, ceux qui nous paraissent mériter l'attention particulière du Jury ont eu lieu dans les usines de

(1) Voyez dans le *Journal des Mines*, n°. 210, juin 1814, page 375, un Mémoire de M. Berthier, ingénieur des Mines, sur plusieurs moyens imaginés pour employer la flamme perdue, etc.

(2) Voyez dans les *Annales des Mines* de l'année 1816, page 385 et suivantes, un Mémoire sur les forges catalanes de Pinsot, situées dans l'arrondissement de Grenoble, par M. Gueymard, ingénieur au Corps royal des Mines.

Vienne, département de l'Isère, et de Grossouvre, département du Cher.

Comme produit du premier de ces établissemens, MM. de Blumenstein et Frère Jean ont exposé (sous le n<sup>o</sup>. 834) du fer obtenu par le procédé d'affinage qui s'exécute, dans le fourneau de réverbère, avec la houille brute, et qui est connu sous la dénomination d'*affinage anglais*; il est à désirer que ces fabricans donnent suite à ce premier essai. Nous avons lieu de croire que le même procédé sera bientôt employé dans plusieurs usines françaises qui déjà en ont manifesté l'intention.

Dans le second des établissemens indiqués, aux forges de Grossouvre qui appartiennent à MM. Paillot et l'Abbé, M. Dufaud exécute, depuis deux ans, les opérations qui terminent ordinairement l'affinage anglais; ces opérations consistent à étirer la loupe en barres, entre des cylindres de laminoir diversement cannelés. Les fers qu'on a fabriqués à Grossouvre, par ce procédé, ne laissent rien à désirer, ni pour la qualité du métal, ni pour l'exécution des barres. Une grande précision dans les formes, une parfaite homogénéité dans la matière, une précieuse célérité dans le travail, tels sont les principaux avantages de cette méthode.

Ce qui précède suffit pour faire voir que, dans l'ensemble des deux établissemens indiqués, la France possède enfin l'exécution entière d'un procédé dont l'Angleterre obtient de grands avantages. Une vaste entreprise, qui est déjà formée dans le département de la Loire, doit réunir toutes les parties des procédés anglais,

d'après des statuts qui sont publiés depuis plusieurs années (1).

Il fut un temps où l'industrie française gémissait d'être réduite à tirer des pays étrangers une matière dont la qualité influe essentiellement sur les produits de presque tous les arts; l'*acier* semblait alors n'oser paraître dans les ateliers de la France, qu'avec la recommandation de l'Allemagne ou de l'Angleterre. Dès 1806, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, d'heureux changemens s'opéraient dans cette précieuse branche d'industrie; mais il restait beaucoup à faire pour qu'elle fût naturalisée chez nous, pour qu'elle s'y développât avec tous ses fruits.

On désirait, dans nos aciers naturels et dans nos aciers cimentés, un triage plus exact, un raffinage plus soigné, une constance mieux établie dans chacun des divers degrés d'aciération, une distinction plus précise des diverses qualités d'acier, une application plus sûre de chacune de ces qualités à chacun des arts. Quant à l'acier fondu, la France n'offrait encore, en 1809, que de premiers essais: ils furent heureux; mais c'était dans le pays de Liège, qui a cessé d'être français.

Aujourd'hui, le nombre des envois d'acier de toute espèce, que réunit l'exposition de 1819, et plus encore le mérite constaté de ces produits aussi variés qu'abondans, les suffrages non équivoques du commerce, ainsi que des établissemens publics; enfin, mieux que tout cela, des commandes multipliées en acier: tout prouve

Acier  
en 1819.

(1) Voyez les notes ci-dessus, page 48.

que les fabricans français sont parvenus à résoudre un important problème.

Les départemens du Bas-Rhin, de la Seine, de la Nièvre, de la Haute-Vienne, de la Haute-Saône, de la Loire, du Cher, de l'Aude, du Loir-et-Cher, de l'Ariège, de la Côte-d'Or, de la Haute-Garonne, et d'Indre et Loire, sont ceux dont les produits en acier font partie de l'exposition de 1819 (sous les nos. 851, 853 à 870 et 893).

On sait que la fabrication de l'acier est en activité dans plusieurs autres départemens, tels que le Haut-Rhin, les Vosges, Loir et Cher, le Jura, le Doubs, l'Isère, la Drôme, la Dordogne; mais les produits de ceux de ces départemens qui ont envoyé de l'acier figurent parmi les limes, les faux et autres ouvrages analogues.

Des essais multipliés, dont il a été rendu compte dans plusieurs savans mémoires, ne laissent plus aucun doute sur l'excellente qualité des aciers français; la quantité des produits n'est pas moins satisfaisante (1).

Pendant l'année 1818, la fabrique de M. Garrigou, à Toulouse (Haute-Garonne), a livré au commerce 2000 quintaux métriques d'acier, 50000 faux, et une grande quantité de limes.

Les aciers de M. Duquenne, département de la Nièvre, jouissent aussi de la confiance du commerce, comme étant bien soignés: une autre considération ne manquera pas d'exciter l'intérêt du Jury, en faveur de ce fabricant; c'est qu'il

(1) Voyez dans les *Annales des Mines* de 1819, 2<sup>e</sup> livraison, page 223 et suivantes, l'Extrait d'un rapport de M. Gillet de Laumont, inspecteur général des Mines, sur les aciers, etc.

s'est élevé par ses propres forces, et qu'il augmente sa fabrication de jour en jour.

Mais, parmi ces nombreux fabricans d'acier français, qui tous méritent au moins des éloges, ainsi que nous l'exposerons plus tard, à qui appartient cette noble palme que le Jury doit décerner? Ce sera, nous n'en pouvons douter, aux auteurs de ces excellens produits qui, bien que récents encore, sont déjà célèbres sous le nom d'*aciers de la Bérardière* (près Saint-Étienne, département de la Loire). C'est là que le Jury a déjà vu avec plaisir ce qui résulte de la réunion amicale d'un capitaliste éclairé, tel qu'est M. Milleret, propriétaire des établissemens, et d'un savant distingué, tel qu'est M. Beaunier, ingénieur en chef des Mines, qui a dirigé tous les travaux d'art.

Les établissemens de M. Milleret n'existent que depuis trois ans, et déjà ils livrent au commerce, pour des prix modérés, diverses espèces d'acier, dont il nous sera permis de rappeler sommairement les désignations, les usages et les prix, ainsi qu'il suit :

1°. <i>Acier naturel étoffé</i> , pour ressorts de voiture, à . . . . .	160 fr. le quintal métrique.
2°. <i>Acier raffiné</i> , pour platines de fusil, fleurets, baïonnettes, petits ressorts et coutellerie fine, à . . . . .	185
3°. <i>Étoffe</i> (de fer et acier) pour coutellerie, à . . . . .	180
4°. <i>Acier raffiné</i> , pour limes, outils et coutellerie commune, à . . . .	150
5°. <i>Acier raffiné</i> , dit à un éperon, analogue aux aciers de Hongrie, pour	

58 SUR LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

grands outils, ciseaux, gouges, crochets de tourneur, à . . . . . 180 fr. le quintal métrique.

Le même, plus *vis*, plus raffiné, dit à deux éperons, pour coutellerie fine, en barres, à . . . . . 200

En petites dimensions, à . . . . . 210

6°. *Acier fondu*, soudable tant avec le fer qu'avec lui-même, lequel est livré au commerce, soit en lingots, soit étiré en petites barres, pour ciseaux, burins, coins de médaille, rasoirs et autres ouvrages d'un beau poli. 260 à 280

7°. *Acier raffiné à 1024 doubles*, acier nouveau, dit à deux colonnes, pour burins, poinçons à marquer les fers, limes et coutellerie fine. . . . . 400 à 410

8°. *Acier dur*, formé des aciers naturels les plus durs, pour le revêtement des batteries de fusil, à . . . . . 185

9°. Enfin, *rubans damassés*, pour canons de fusil. . . . .

Des échantillons nombreux de tous ces produits sont réunis dans le local de l'exposition sous le n°. 861.

Les établissemens de M. Milleret, qui occupent déjà plus de cent vingt ouvriers, sont montés aujourd'hui de manière à fabriquer annuellement 2400 quintaux métriques d'acier naturel raffiné, et 300 quintaux métriques d'acier fondu soudable.

L'acier d'Angleterre, analogue à l'acier à deux éperons de la Bérardière (n°. 5°. ci-dessus), se vend, à Paris, 250 à 300 francs le quintal métrique; la Bérardière le fournit pour 200 à 210 francs.

ère.

DURÉE des CHARGES.	CONSUMMATION.		OBSERVATIONS.
	Cordes de bois.	Bariques de charbon.	
On a chauffé le fourneau pendant 4 jours. 10 heures.	2	2	<p>L'oxide d'étain n°. 1, provient des veines, il tient 75 ÷ d'étain métal.</p> <p>L'oxide d'étain n°. 2, est la grenaille ou galet; il contient 76 à 78 ÷.</p> <p>L'étain n°. 1, provient des oxides nos. 1 et 2.</p> <p>L'oxide d'étain n°. 3, est le résultat du lavage des sables stannifères; sa teneur est 48 ÷; il a produit l'étain n°. 2.</p> <p>La barique de charbon pèse 50 kilog.</p> <p>Les 13 premières charges ont donné moyennement 36 ÷ du minéral, dont la teneur était 48 ÷.</p> <p>La 20°. charge n'a donné que 53 ÷, parce que la sole étant détériorée a laissé filtrer l'étain.</p> <p>La moyenne, en étain, des 14, 15, . . . 19°. charges, est de 66 ÷ sur un minéral contenant 75 ÷.</p> <p>Les 4 dernières charges ont été faites avec les déchets du sable n°. 3, lavé.</p>
8. . . . . /o	1/2	1/3	
9. . . . . /o	1/2	1/3	
8 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
8. . . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
8 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7. . . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
8. . . . . /o	1/3	1/3	
7. . . . . /o	1/3	1/3	
6 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7. . . . . /o	1/2	1/3	
6 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7. . . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
6 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7. . . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
6 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
6. . . . . /o	1/3	1/3	
7. . . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7. . . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
7 1/2. . . . /o	1/3	1/3	
8 1/2. . . . /o	1/3	1/4	
9 1/2. . . . /o	2/3	1/4	
10. . . . . /o	2/3	1/4	
10. . . . . /o	2/3	1/4	
	12 1/4	10 1/3	

58 SUR LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

grands outils, ciseaux, gouges, crochets de tourneur, à . . . . . 180 fr. le quintal métrique.

Le même, plus *vif*, plus raffiné, dit à deux éperons, pour coutellerie fine, en barres, à . . . . . 200

En petites dimensions, à . . . . . 210

6°. Acier fondu, soudable tant avec le fer qu'avec lui-même, lequel est livré au commerce, soit en lingots, soit étiré en petites barres, pour ciseaux, burins, coins de médaille, rasoirs et autres ouvrages d'un beau poli. 260 à 280

7°. Acier raffiné à 1024 doubles, acier nouveau, dit à deux colonnes, pour burins, poinçons à marquer les fers, limes et coutellerie fine. . . . . 400 à 410

8°. Acier dur, formé des aciers naturels les plus durs, pour le revêtement des batteries de fusil, à . . . . . 185

9°. Enfin, rubans damassés, pour canons de fusil. . . . .

Des échantillons nombreux de tous ces produits sont réunis dans le local de l'exposition sous le n°. 861.

Les établissemens de M. Milleret, qui occupent déjà plus de cent vingt ouvriers, sont montés aujourd'hui de manière à fabriquer annuellement 2400 quintaux métriques d'acier naturel raffiné, et 300 quintaux métriques d'acier fondu soudable.

L'acier d'Angleterre, analogue à l'acier à deux éperons de la Bérardièrre (n°. 5°. ci-dessus), se vend, à Paris, 250 à 300 francs le quintal métrique; la Bérardièrre le fournit pour 200 à 210 francs.

DURÉE des CHARGES.	N°. des charges.	POIDS DES CHRGES.				PRODUIT EN ÉTIN.					CONSOMMATION.		OBSERVATIONS.		
		Oxide d'étain n°. 1.	Oxide d'étain n°. 2.	Oxide d'étain n°. 3.	Poussière de charbon.	Barres.	Poids de l'étain n°. 1, en kilog.	Poids de l'étain n°. 2, en kilog.	Poids des crasses.	Produits pour 100 k. de la charge.	Cordes de bois.	Bariques de charbon.			
On a chauffé le fourneau pendant 4 jours. . .	»	»k.	»k.	»k.	»k.	»	»k.	»	»k.	»	»	»	»	»	L'oxidé d'étain n°. 1, provient des veines, il tient 75 ÷ d'étain métal. L'oxide d'étain n°. 2, est la grenaille ou galet; il contient 76 à 78 ÷. L'étain n°. 1, provient des oxides nos. 1 et 2. L'oxidé d'étain n°. 3, est le résultat du lavage des sables stannifères; sa teneur est 48 ÷; il a produit l'étain n°. 2. La barique de charbon pèse 50 kilog. Les 13 premières charges ont donné moyennement 36 ÷ du minéral, dont la teneur était 48 ÷. La 20°. charge n'a donné que 53 ÷, parce que la sole étant détériorée a laissé filtrer l'étain. La moyenne, en étain, des 14, 15, . . . 19°. charges, est de 66 ÷ sur un minéral contenant 75 ÷. Les 4 dernières charges ont été faites avec les déchets du sable n°. 3, lavé.
10 heures. . .	1	»	»	50	10	»	»	»	»	»	»	2	2		
8. . . . .	2	»	»	70	10	2	»	24	145	70	24 %	1/2	1/3		
9. . . . .	3	»	»	60	8	2	»	19	350	36	32 %	1/3	1/3		
8 1/2. . . . .	4	»	»	60	7	2	»	20	530	30	34 %	1/3	1/3		
8. . . . .	5	»	»	80	7	2	»	21	640	36	36 %	1/3	1/3		
7 1/2. . . . .	6	»	»	60	7	2	»	23	200	37	38 %	1/3	1/3		
8 1/2. . . . .	7	»	»	60	7	2	»	22	130	36	37 %	1/3	1/3		
7. . . . .	8	»	»	60	7	2	»	23	750	33	39 %	1/3	1/3		
7 1/2. . . . .	9	»	»	60	7	2	»	24	720	36	41 %	1/3	1/3		
8. . . . .	10	»	»	60	7	2	»	23	660	36	39 %	1/3	1/3		
7. . . . .	11	»	»	60	7	2	»	23	830	40	39 %	1/3	1/3		
6 1/2. . . . .	12	»	»	60	7	2	»	25	670	31	42 %	1/3	1/3		
7 1/2. . . . .	13	»	»	60	7	2	»	24	250	34	40 %	1/3	1/3		
7. . . . .	14	60	»	»	7	2	39	530	»	10	65 %	1/2	1/3		
6 1/2. . . . .	15	40	40	»	9	4	52	570	»	17	65 %	1/3	1/3		
7. . . . .	16	»	90	»	10	4	58	050	»	13	65 %	1/3	1/3		
7 1/2. . . . .	17	»	100	»	11	5	66	730	»	10	65 %	1/3	1/3		
6 1/2. . . . .	18	»	100	»	11	5	68	805	»	14	68 %	1/3	1/3		
7 1/2. . . . .	19	30	70	»	11	6	71	650	»	26	71 %	1/3	1/3		
7. . . . .	20	100	»	»	11	4	53	350	»	19	53 %	1/3	1/3		
7. . . . .	21	»	»	60	7	2	»	»	24	480	30	40 %	1/3	1/3	
7 1/2. . . . .	22	»	»	60	7	2	»	»	23	850	38	39 %	1/3	1/3	
6 1/2. . . . .	23	»	»	60	7	2	»	»	22	740	42	38 %	1/3	1/3	
6. . . . .	24	»	»	60	7	2	»	»	22	690	33	37 %	1/3	1/3	
7. . . . .	25	»	»	60	7	2	»	»	21	830	34	37 %	1/3	1/3	
7 1/2. . . . .	26	»	»	60	7	2	»	»	18	500	29	30 %	1/3	1/3	
7. . . . .	27	»	»	60	7	2	»	»	19	790	34	31 %	1/3	1/3	
7 1/2. . . . .	28	»	»	60	7	2	»	»	15	200	43	25 %	1/3	1/3	
7 1/2. . . . .	29	»	»	60	7	2	»	»	13	150	38	21 %	1/3	1/4	
8 1/2. . . . .	30	»	»	60	7	1	»	»	12	200	»	20 %	1/3	1/4	
9 1/2. . . . .	31	»	»	60	7	1	»	»	10	400	»	19 %	2/3	1/4	
10. . . . .	32	»	»	60	7	1	»	»	10	350	»	18 %	2/3	1/4	
10. . . . .	33	»	»	60	7	1	»	»	9	320	»	16 %	2/3	1/4	
	33	230k.	400k.	1,580k.	259k.	77	410k.685	511k.375	1,091 k.			12 1/4	10 1/3		

En 1817, l'acier fondu, venant d'Angleterre, se vendait, en France, 450 francs le quintal métrique; en 1819, la *Bérardière* fournit le quintal métrique de son acier fondu pour 260 à 280 francs (n°. 6°. ci-dessus); l'acier anglais est descendu à ce dernier prix.

Tels sont les faits sur lesquels est fondée l'opinion que nous venons de soumettre au Jnry.

Avant de quitter cette matière, nous croyons utile de placer ici quelques réflexions qui peuvent achever de faire sentir l'importance de la fabrication des aciers français.

Il y a quelques années, on estimait que la fabrication de l'acier, en France, ne s'élevait pas beaucoup au-dessus de 11830 quintaux métriques d'acier de forge brut, et de 2230 quintaux métriques d'acier de cémentation brut; c'était un total de 14060 quintaux métriques d'acier, destiné aux martinets. (Voyez et comparez *Annales des Mines* de 1818, 4<sup>e</sup>. livraison, pages 592 et 599.)

Aujourd'hui, d'après ce que nous venons de voir, deux fabriques, à elles seules, l'aciérie de Toulouse et celle de la *Bérardière*, fournissent presque le tiers du total énoncé; ainsi, nul doute que ce genre d'industrie n'ait pris un très-grand essor en France. D'un autre côté, d'après les faits constatés pour les années 1816 et 1817, l'importation de l'acier étranger s'élevait en France, par année commune,

En acier forgé, battu, laminé, à. 6030 quintaux métriques.

En acier fondu, à. . . . . 3278

et l'exportation de ces deux matières était presque nulle.



Ainsi, tout porte à croire que, grâce à l'activité des fabriques françaises, l'importation de l'acier forgé n'aura plus lieu en France, et l'importation de l'acier fondu sera fort diminuée, jusqu'à ce qu'elle cesse totalement, ce qui doit bientôt arriver.

Remarquons ici que, sans la protection des droits dont le Gouvernement français a frappé les aciers étrangers, il n'eût pas été raisonnablement possible que nos fabricans risquassent leurs capitaux dans des entreprises de ce genre. Aujourd'hui, le succès incontestable de nos fabriques d'acier est un triomphe pour plusieurs branches de l'industrie française. Ainsi, quelquefois, des mesures qui d'abord paraissent onéreuses aux consommateurs deviennent bientôt pour eux-mêmes une source de prospérité, un motif de reconnaissance. Nous en voyons une nouvelle preuve dans l'active fabrication des faulx et dans celle des limes de tout genre.

Faulx  
en 1819.

Les départemens de l'Isère, du Calvados, de l'Ariège, de la Haute-Garonne, du Doubs et de la Haute-Saône, ont envoyé des faulx, qui sont exposées sous les nos. 871 à 876. Si la France éprouvait quelque regret de ne plus compter au nombre de ses départemens, comme en 1806, celui de la Sésia qui fournissait, lui seul, trente mille douzaines d'excellentes faulx, en partie destinées à l'ancien territoire français, ce serait un précieux dédommagement pour elle, que de voir l'héritage d'un grand débouché tourner au profit de ses propres manufactures.

En général, quoique la fabrication des faulx soit encore récente en France, les produits exposés ont tous été reconnus de bonne qualité et

d'une belle exécution. Ces lames obéissent convenablement au marteau qui les bat pour les affiler; leur tranchant s'amincit alors et s'étend, mais ne se gerce point. On estime particulièrement dans le commerce les faulx de MM. Garrigou, Sans et Compagnie (n°. 874); nous avons déjà vu ci-dessus, que leur manufacture a pris un développement considérable.

Les faulx de M. Irroy, de la Haute-Saône (n°. 876), méritent aussi d'être distinguées par le Jury. Ce fabricant présente une faulx à lame de rechange: c'est une imitation du procédé qui est connu en Angleterre; mais là, on fabrique des lames qui sont échangées plus facilement par le moyen d'une rainure pratiquée sur le dos de la pièce; la lame de M. Irroy est seulement clouée sur le dos de la faulx. Il paraît que cette lame, ainsi que certaines lames de scies, est fabriquée par un procédé qui consiste à se servir de tôle laminée, cémentée et battue avant la trempe, ce qui facilite le bas prix.

Les faulx de M. Ruffié, de l'Ariège (n°. 873), méritent une distinction; les faulx de M. Biron, de l'Isère (n°. 871) et celles de M. Delanos, du Calvados (n°. 872), nous paraissent devoir être mentionnées honorablement.

Tous les autres produits en ce genre, quoique fort estimables, ont paru, d'après les essais qui ont eu lieu sur les échantillons exposés, ne pouvoir être rangés qu'après ceux dont il vient d'être rendu compte.

Pour achever de faire sentir de quelle importance la fabrication des faulx est en France, il ne sera peut-être pas inutile de consigner ici les faits suivans: d'après les années 1816 et 1817,

l'importation des faulx étrangères s'élevait, par année commune, à environ 300000 kilogrammes ou 1200000 pièces d'une demi-livre, poids moyen.

Dans ces dernières années, on estimait qu'il ne se fabriquait encore en France, qu'environ 72000 faulx et faucilles. (Voyez *Annales des Mines*, 1818, 4<sup>e</sup> livraison, page 598). Aujourd'hui, comme nous l'avons déjà rapporté, la fabrique seule de M. Garrigou, à Toulouse, fabrique 50000 faulx par année. (*Annales des Mines*, 1819.)

Ainsi, d'une part, on voit quel accroissement cette branche d'industrie prend en France, et de l'autre, on peut espérer que bientôt, suffisant à la consommation intérieure, les fabriques françaises nous auront totalement affranchis de l'importation des faulx étrangères.

La fabrication des limes n'est pas moins active : dix envois de limes et râpes font partie de l'exposition de 1819; ils sont présentés par les départemens de l'Isère, de la Haute-Saône, de l'Aude, du Loiret, de l'Ariège, de la Haute-Garonne, de la Côte-d'Or, d'Indre et Loire, de la Loire, de la Marne et de la Seine. On se rappelle qu'en 1806 l'exposition n'offrait que sept envois de ce genre; encore, l'un d'eux provenait-il du pays de Liège, un autre du pays de Sarrebruck, aujourd'hui pays étrangers, et un troisième de l'École des Arts et Métiers de Compiègne, établissement public, qui est aujourd'hui transféré à Châlons-sur-Marne.

D'après les essais multipliés qui ont été faits avec soin, sur les limes et râpes exposées en 1819, on peut regarder comme étant de très-

bonne qualité, dans l'ordre suivant, les limes qui sont exposées, savoir :

Sous le n<sup>o</sup>. 879, par MM. Montmouceau et Dequenue, à Orléans (département du Loiret);

Sous le n<sup>o</sup>. 881, par MM. Garrigou, Sans et Compagnie, à Toulouse (Haute-Garonne);

Sous le n<sup>o</sup>. 1571, par l'École royale des Arts et Métiers, à Châlons sur Marne;

Sous le n<sup>o</sup>. 883, par M. Saint-Bris, à Amboise (Indre et Loire).

Cette dernière manufacture, qui reçut une médaille d'argent en 1806, n'occupait alors que vingt ouvriers, et ne fabriquait annuellement que pour 40000 francs de limes; aujourd'hui, à ce qu'on nous assure, elle occupe deux cents ouvriers et répand dans le commerce, par année, 50000 douzaines de *limes fines*, 100000 paquets de *limes en paille*, et 6000 *carreaux*, de 3 à 5 kilogrammes; elle approvisionne les arsenaux de la marine et de la guerre : ses limes se distinguent par une belle taille. Ce qui achevera de recommander la manufacture d'Amboise aux yeux du Jury, c'est qu'elle a le mérite d'avoir créé en France, il y a vingt-cinq ans, l'industrie de la fabrication des limes.

Les produits des fabriques d'Orléans et de Toulouse jouissent aussi d'une excellente réputation dans le commerce; une circonstance particulière intéressera le Jury en faveur de celle d'Orléans, c'est que les propriétaires de cet établissement y travaillent eux-mêmes de leurs mains, et sont leurs premiers ouvriers. Nous avons fait mention ailleurs de la belle manufacture de M. Garrigou, située à Toulouse. Enfin, nommer l'École royale de Châlons-sur-Marne,

c'est rappeler au Jury tous les genres de mérite.

Après les produits dont il vient d'être rendu compte, on distingue, comme étant de bonne qualité, les limes en paille de M. Irroy, de la Haute-Saône (n<sup>o</sup>. 876); les limes de M. Ruffié, de l'Ariège (n<sup>o</sup>. 880); celles de M. Musseau, Faubourg Saint-Antoine, à Paris (n<sup>o</sup>. 877); celles de M. Rivals-Gincla, de l'Aude (n<sup>o</sup>. 878); celles de M. Rochet, de la Côte-d'Or (n<sup>o</sup>. 882); celles de M. Robin Peyret, de la Loire (n<sup>o</sup>. 884), parmi lesquelles il s'en trouve qui sont d'acier fondu.

Nous remarquerons encore qu'un fabricant de Paris a exposé des limes en fonte de fer : ces limes font un assez bon service; elles ne se déforment pas à la trempe; elles se laissent un peu forger, comme la fonte de M. Baradelle; mais elles ne se soudent pas; une fois que la lime est usée, la matière n'a presque plus aucune valeur pour l'ouvrier qui la possède; on pourrait cependant la retailler. Ce premier essai nous paraît mériter qu'il en soit fait mention.

Le Jury vient de voir combien la fabrication des limes a fait de progrès en France.

On estimait, il y a quelques années, que le produit annuel de cette fabrication ne s'élevait encore, en France, qu'à 11000 pièces de limes et râpes. (*Annales des Mines*, 1818, 4<sup>e</sup>. livraison, page 599.)

D'après les années 1816 et 1817, l'importation des limes et râpes empaillées, de 1 à 6 au paquet, s'élevait, par année commune, à 2153 quintaux métriques, et l'importation des limes fines s'élevait, aussi par année commune, à 489 quintaux métriques; ainsi, l'importation totale de ces objets était annuellement, en France, d'environ

2642 quintaux métriques, tandis que l'exportation des limes de toute espèce n'excédait pas 710 quintaux métriques.

Aujourd'hui, nous venons de voir qu'une seule fabrique, celle d'Amboise, fournit beaucoup plus de limes que n'en fournissait toute la France, il y a quelques années; aujourd'hui, nous pouvons regarder cette nouvelle branche d'industrie comme naturalisée en France, et comme devant nous mettre à l'abri de l'importation étrangère.

La fabrication des scies a fait d'heureux progrès en France; on en voit la preuve, à l'exposition de 1819 (sous les nos. 876, 925 et 926), dans les envois des départemens de la Haute-Saône, de la Loire et du Bas-Rhin. Parmi ces produits, il convient de remarquer des scies d'acier fondu, qui sont fabriquées dans le département de la Loire. On admire sur-tout les belles scies que MM. Coulaux fabriquent dans le département du Bas-Rhin; ces excellens outils sont faits au laminoir, et battus ensuite, ce que MM. Coulaux nomment *tremper*. Ces habiles fabricans ont le mérite d'avoir transporté en France une branche importante de l'industrie allemande, et d'y pouvoir soutenir la comparaison avec l'industrie anglaise.

La fabrication des tôles et fers noirs est en grande activité dans plusieurs établissemens français; les produits des départemens de l'Aude, des Ardennes, de l'Isère, de la Nièvre, du Cher, du Doubs, de la Côte-d'Or, sont exposés sous les nos. 846, 850 et 885 à 889. Dans plusieurs des établissemens de ce genre, l'usage du laminoir a été introduit, depuis peu, avec le plus grand

Scies  
en 1819.

Tôles  
en 1819.

succès, par exemple : à Audincourt, département du Doubs ; à Villemoustauson, département de l'Aude ; à Boutancourt, département des Ardennes ; à Pont Saint-Ours, et sur-tout à Imphy, département de la Nièvre.

Ce bel établissement d'Imphy, qu'on peut appeler le *Dilling* de la France, a fourni, pour la Marine et pour la Guerre, des tôles laminées qui avaient 5 pieds de long, 3 pieds de large,  $\frac{1}{4}$  de pouce d'épaisseur, et dont le poids était d'un quintal métrique.

La fabrication des tôles noires, à Imphy, s'élève annuellement à 1000 quintaux métriques ; outre cela, on y convertit en feuilles légères, et propres à l'étamage, environ 1500 quintaux métriques de fer, par année, ce qui produit environ 4000 caisses de fer-blanc, de coupe française. Les tôles noires de MM. de Blumenstein et Frère-Jean, de l'Isère (n<sup>o</sup>. 885), et celles de M. Fouque, de la Nièvre (n<sup>o</sup>. 887), nous paraissent aussi mériter d'être distinguées par le Jury. Plusieurs autres produits du même genre sont dignes d'être mentionnés honorablement, ainsi que nous le proposerons à la fin de ce rapport. C'est encore une nouvelle conquête de l'industrie française, que la fabrication dont nous venons d'entretenir le Jury.

On estimait, il y a cinq ans, que la France ne fournissait pas le tiers de la quantité de tôle qui lui est nécessaire. En 1816, l'importation de la tôle et du fer platiné n'était plus, en France, que d'environ 3000 quintaux métriques ; en 1817, elle se réduisit à 868 quintaux métriques ; en 1818, on a reconnu que la fabrication française excédait 43000 quintaux métriques de tôle et

fer platiné. Aujourd'hui, tout porte à croire que la France fabrique assez de tôle pour sa consommation, et ses produits en ce genre sont aussi recommandables par leur bonne qualité que par leur belle exécution.

L'influence de la bonne fabrication de la tôle sur la bonne fabrication du fer-blanc est attestée par les produits de ce second genre d'industrie. Ces produits, exposés sous les nos. 835, 886 à 892 et 894, sont envoyés par les départemens de l'Oise, de la Nièvre, du Doubs, des Ardennes, de la Haute-Saône, de l'Aisne et des Vosges.

Les nombreux échantillons de fer-blanc, que réunit l'exposition de 1819, ont été soumis à des examens comparatifs, sous le rapport du *brillant*, et à des essais, difficiles à soutenir, sous le rapport de la *ductilité*. Pour constater cette seconde qualité, on a fabriqué, avec les fers-blancs qui avaient préalablement été reconnus les meilleurs, des *calottes* hémisphériques dites *pièces embouties*, et des *gorges*, en forme de pavillon de trompette. Dans tous ces essais, les produits de M. Mertian, de l'Oise (n<sup>o</sup>. 835), et ceux de MM. Boigues, Débladis et Guérin, à Imphy (Nièvre), ont le mieux résisté ; car ils ont constamment reçu la forme désirée, sans se gercer, ni se fendre. Le fer-blanc de MM. Sagliot, Human et Compagnie, du Doubs, s'est aussi montré de très-bonne qualité ; tous les autres produits, quoique en général reconnus bons et d'un brillant comparable à celui du fer-blanc d'Angleterre, se sont, pour ainsi dire eux-mêmes, avoués inférieurs aux précédens ; ils méritent cependant d'être mentionnés honorablement, comme provenans de fabriques déjà distinguées,

Fer-blanc  
en 1819.

qui soutiennent leur réputation. Nous devons encore faire observer que la manufacture de M. Mertian n'est en activité que depuis quelques mois, et que ce fabricant a tiré de l'Angleterre ses ouvriers, ainsi que ses procédés qu'il exécute par le moyen du laminoir. Nous avons déjà vu que, dans le département de la Nièvre, à Imphy, la fabrication du fer-blanc s'élève à 400 caisses par année; ces produits, fabriqués avec les fers du Berry, et parfaitement étamés, égalent et surpassent peut-être les fers-blancs anglais, par leur ductilité, par leur brillant, par leurs dimensions. Remarquons encore, avant de terminer cet article, que la fabrication du fer-blanc a reçu, en France, une nouvelle impulsion par la découverte et le perfectionnement du *moiré métallique*.

En général, nos diverses manufactures de fer-blanc jouissent de la confiance du commerce. On estime que la fabrication s'en élève annuellement, en France, à plus de 15600 caisses, chacune de 300 feuilles, dont le poids moyen est de 55 kilogrammes par caisse.

D'après les années 1816 et 1817, l'importation du fer-blanc était, par année commune, d'environ 4300 quintaux métriques, et l'exportation s'élevait à-peu-près à moitié de cette quantité. Il paraît que, dès à présent, la France doit suffire, au moins, à sa propre consommation en fer-blanc, et que bientôt elle pourra soutenir la concurrence avec les produits de l'Angleterre, en ce genre de commerce comme en plusieurs autres.

La fabrication des fils de fer est depuis longtemps renommée en France. L'exposition de 1819 en réunit les produits actuels, sous les

Tréfileries  
en 1819.

nos. 895 à 898 et 931; ils sont envoyés par les départemens de l'Orne, des Vosges, du Doubs, du Haut et du Bas-Rhin. Des fils d'acier, provenans des départemens de la Seine, de l'Orne et des Vosges, sont exposés sous les nos 853, 895 et 896.

Parmi ces produits, les fils de fer et d'acier, que présente M. Mouchel, de l'Aigle, département de l'Orne (sous le n°. 895), ainsi que les fils de fer de MM. Migeon et Dominé, du Haut-Rhin (n°. 898), ont paru l'emporter sur tous les autres, par leur bonne qualité, par leur belle exécution. Viennent ensuite, d'après les échantillons essayés, les fils de fer et d'acier de M. Falatiou, des Vosges (n°. 896); tous les autres produits des tréfileries françaises, quoique s'étant montrés inférieurs aux précédens, mais seulement dans les essais opérés sur des échantillons, méritent encore d'être mentionnés honorablement. En général, nos fils de fer soutiennent leur réputation, et nos fils d'acier français se perfectionnent.

La fabrication du fil de fer de toute espèce s'élève annuellement, en France, à environ 20500 quintaux métriques. D'après les années 1816 et 1817, l'importation du fil de fer ne s'élève, par année commune, qu'à environ 45 quintaux métriques, et l'exportation paraît s'élever à 1583 quintaux métriques de ce produit estimé.

Un nouveau genre de fabrication vient d'être essayé, dans les départemens de la Haute-Saône et de l'Orne; on en voit les produits sous les nos. 876 et 895: ce sont des aiguilles à coudre et à tricoter, faites avec du fil de fer cémenté. On sait que le fil de fer, ainsi traité, ne prend pas un très-beau poli, et que l'aiguille qui en

Aiguilles  
en 1819.

provient ne traverse les tissus que difficilement; cependant, cette entreprise nouvelle mérite d'être encouragée; les produits obtenus permettent d'en espérer le succès. Un autre fabricant, M. Moulin Dufresne, de Vire (Calvados), a exposé des aiguilles à voile et d'emballage, qui sont bien exécutées, en acier forgé (n<sup>o</sup>. 911).

Malgré les estimables efforts dont il vient d'être fait mention, le vaste débouché que la France offrait, en 1806, aux célèbres fabriques d'Aix-la-Chapelle, reste encore ouvert en 1819; puisse l'industrie française parvenir à s'en emparer! Puisse-t-elle, triomphant des obstacles qu'oppose à ce vœu le prix de la main-d'œuvre, ressusciter, en France, de célèbres manufactures qui, jadis, ont existé dans le sein même de la capitale! La réputation de ces ateliers français leur survit encore; mais elle ne profite qu'à des manufactures étrangères, dont les meilleurs produits se recommandent au commerce par la dénomination d'*aiguilles de Paris*; espérons au moins que les aiguilles de Paris seront un jour fabriquées en France (1).

Épingles  
en 1819.

La fabrication des épingles se soutient honorablement à l'Aigle, dans le département de l'Orne; mais elle ne paraît rien offrir de nouveau.

Cardes, etc.,  
en 1819.

Un grand nombre de plaques et rubans de cardes sont exposés par les départemens de la Seine, de l'Oise, de la Haute-Garonne, de l'Eure,

(1) Voyez la description, avec figures, de *l'Art de fabriquer les aiguilles*, par M. Baillet, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, Mémoire imprimé dans les numéros 11 et 12 des *Annales des Arts et Manufactures*, par M. O'Reilly.

du Nord et de Seine et Oise (n<sup>os</sup>. 1017, 1020, 1022 à 1027, 1035 et 1036). Le fil de fer qu'on emploie dans cette importante fabrication est en général de bonne qualité et très-artistement assemblé. On distingue les plaques et rubans de cardes qui sont exposés par M. Calla, de Paris (n<sup>o</sup>. 1036), et les cardes pour coton et laine, de la fabrique de Liancourt, département de l'Oise (n<sup>o</sup>. 1020). Les cardes et le chardon métallique de M. Henraux, de Paris (n<sup>o</sup>. 1017), méritent l'attention du Jury, ainsi que plusieurs autres de ces produits qui ont pour objet de contribuer aux précieux travaux de nos manufactures de tissus.

Ce qui vient d'être dit s'applique également aux peignes qui sont connus sous le nom de *rots*, et employés pour la fabrication des étoffes; divers produits de ce genre sont exécutés en acier, en cuivre, et autres métaux ou alliages métalliques; ils proviennent des départemens d'Indre et Loire, du Calvados, de la Seine-Inférieure et du Rhône (n<sup>os</sup>. 1021, 1024, 1028, 1030, 1031 et 1033). Ces objets sont en général bien fabriqués et méritent d'être remarqués par le Jury.

Peignes dits  
*rots*  
en 1819.

On en peut dire autant des hameçons qui se fabriquent dans les départemens d'Ille et Vilaine, des Hautes-Pyrénées et de la Seine; il en est de même des alènes qui sont exposées par les départemens de la Meurthe et des Bouches du Rhône (n<sup>os</sup>. 915 et 916), ainsi que des toiles métalliques, qui proviennent des départemens de la Seine et du Bas-Rhin (n<sup>os</sup>. 927 à 931).

Hameçons  
et Alènes  
en 1819.

Les toiles métalliques de M. Roswag, à Schelestadt et à Paris, se montrent toujours dignes de la distinction que ce fabricant reçut en 1806;

Toiles mé-  
talliques  
en 1819.

celles de M. Stammler, de Strasbourg, méritent d'être distinguées par le Jury de 1819, ainsi que celles de M. Gaillard et de M. Saint-Paul, de Paris.

Clouterie  
en 1819.

La clouterie présente un produit nouveau, qui provient du département du Jura (n<sup>o</sup>. 847); ce sont des clous fabriqués à froid avec de la tôle laminée. Le procédé, pour lequel M. Lemyre a pris un brevet d'invention en 1817, consiste, en général, à couper adroitement une plaque de tôle, par le moyen de la cisaille; puis à faire tourner, dans une caisse mobile, les morceaux obtenus, afin d'en aplanir les aspérités; ensuite, à échauffer ces morceaux dans un fourneau de réverbère, ce qui fait disparaître l'*aigreur* résultante de la cisaille; enfin, à fabriquer les têtes des clous, soit avec des marteaux, pour les petits, soit avec des balanciers, pour les gros. Cet essai paraît mériter d'être encouragé; mais les clous qui sont fabriqués à Authie, dans le département de la Somme, par les procédés ordinaires, et que l'on voit sous le n<sup>o</sup>. 912, nous paraissent préférables, par leur forme, par leur diversité et par leur prix modéré. Dans la série très-étendue de ces produits, on remarque deux limites satisfaisantes: des clous des plus petites dimensions, dont le millier pèse une livre, se vendent 1 franc 20 centimes le millier; des clous des plus grandes dimensions qui soient usitées dans cette fabrique, pèsent 8 livres et se vendent 4 francs 50 centimes le millier. M. Fontaine, auteur de ces produits, nous paraît mériter d'être distingué par le Jury.

Quincaillerie  
en 1819.

De nombreux articles de quincaillerie sont présentés à l'exposition, par les départemens

des Ardennes, de l'Orne, du Doubs, du Haut et du Bas-Rhin, du Loiret, de l'Aude, du Calvados, de l'Yonne, de la Seine, de Maine et Loire, et de la Marne; on les voit sous les n<sup>os</sup>. 851, 899 à 911, 914, 920, 926, 1011 à 1015, 1019, 1570 et 1571. Ces deux derniers numéros sont relatifs aux deux Écoles royales des Arts et Métiers, d'Angers et de Châlons-sur-Marne.

Les produits de l'École de Châlons se distinguent par-tout; déjà les chefs et les élèves ont reçu la plus flatteuse récompense de leurs talens, dans ce jour mémorable où le Jury central entendit le Roi remarquer, avec satisfaction, que, des mêmes mains qui fabriquent des étaux et des limes, pour les durs travaux de Vulcain, il était sorti une *Psyché*, une élégante *Jardinière* (1).

Digne de marcher sur les traces de l'École de Châlons, celle d'Angers expose des étaux, des tenailles, des filières, des clefs universelles, des marteaux à vitrier, diverses presses, et une *peloteuse* avec engrenage, objets dont l'exécution soignée atteste les progrès de cet établissement (n<sup>o</sup>. 1570).

Tout ce que l'exposition de 1819 présente d'articles de quincaillerie mérite des éloges et confirme la réputation des fabriques françaises; les premiers regards du public se portent sur de brillans ouvrages en acier poli et bijouterie d'acier, qui proviennent des départemens des Ardennes, de l'Yonne et sur-tout de la Seine (n<sup>os</sup>. 899, 921, 965, 966, 1214, 1550 et 1633).

Acier poli  
en 1819.

(1) Ces meubles, du meilleur goût, ont été généralement admirés à l'exposition de 1819.

Le Jury spécial du département de la Seine fait remarquer, dans son Rapport sur les produits industriels de la capitale, que, par une habile main-d'œuvre, le kilogramme d'acier superfin, qui vaut 3 francs, est élevé, dans une parure d'acier poli, totalement terminée, jusqu'à une valeur mille fois plus grande (1). Une fabrique, depuis long-temps renommée, celle de M. Provent, à Paris, expose de semblables bijoux en acier, tels que poignées d'épée, boutons et parures (n°. 1214). La manufacture de M. Frichot, autre fabricant recommandable de la capitale, présente des assortimens de marqueterie d'acier, faite au découpoir, de broderies en acier poli, de fermoirs pour sacs et bourses, de chaînes, de glands, en un mot d'objets de la même matière, qui sont d'un fini précieux.

L'acier poli de Madame V<sup>e</sup>. Schey (n°. 1633), soutient et accroît encore la réputation de feu son mari qui fut honorablement distingué par le Jury de 1806, comme ayant établi une manufacture de ce genre à Paris, et fournissant de la bijouterie, ainsi que de la quinquetterie, en acier, d'une belle exécution et d'un très-beau poli.

M. Cordier, de Paris, habile polisseur d'acier, qui façonne et ploie à son gré la tôle d'acier fondu, est parvenu à tremper l'acier en feuilles minces, qui ne *gauchissent* nullement, et cela par un procédé de son invention.

(1) Voyez le Rapport du Jury d'admission du département de la Seine, etc.; par M. Héricart de Thury, ingénieur en chef des Mines, etc., page 56. (Paris, 1819.)

Plusieurs autres fabricans distingués, dont les noms seront rappelés ci-après, ont exposé de beaux ouvrages en acier poli, tels que cuirasses, fourchettes, fermoirs de sac, parures et bijoux. On remarque aussi des dés à tondre en acier, qui sont doublés solidement en or ou en argent, par un procédé nouveau (n°. 921). (Voyez ci-après les décisions du Jury.)

Dans la serrurerie, on reconnaît toujours le mérite des actives fabriques qui existent à Escarbotin, dans le département de la Somme, et qui furent distinguées par le Jury de 1806, ainsi que nous l'avons déjà rappelé; celles de M. Olive et de M. Rivery-Le-Joille se font surtout remarquer par un assortiment nombreux de pièces de serrurerie, très-variées et bien exécutées.

De très-beaux ouvrages de ce genre sont exposés par les départemens de la Somme et de la Seine (n°. 1011 à 1015 et 1623). La dénomination *d'objets de haute serrurerie* indique (n°. 1015) les travaux de M. Georget, dont le public se plaît à remarquer l'atelier, dans la rue de Castiglione, à Paris; on admire sur-tout un coffre de fer ciselé, dont l'exécution est parfaite. Ce nom de *haute serrurerie* convient aussi à plusieurs des ouvrages de M. Huret, de Paris (n°. 1011); ils consistent en cadenas, en serrures à combinaisons et à garnitures mobiles, en cache-entrées, en portefeuilles à secret, en caisses ferrées, et en étuis de mathématiques; ces étuis sont enrichis d'un ingénieux compas dont M. Huret est l'inventeur, et par le moyen duquel on peut tracer promptement des volutes ou spirales, exactes et de toutes grandeurs.

Serrurerie  
en 1819.



Parmi les nombreux ouvrages de M. Regnier, ingénieur-mécanicien, dont le talent est depuis long-temps connu, on voit toujours avec un nouveau plaisir les serrures de sûreté, les cadenas à combinaisons et les dynamomètres, dont cet habile artiste est l'inventeur (n<sup>o</sup>. 1060). Un autre fabricant de Paris, M. River aîné, a présenté des serrures de son invention, qui sont exécutées avec la plus grande précision par des moyens mécaniques, serrures que recommandent encore leur forme circulaire, la simplicité de leur garniture et la modicité de leur prix.

L'exposition de 1819 offre aux regards du public deux chefs-d'œuvre de serrurerie. Ces deux grilles, qu'on admire dans les salles du Louvre, sont des ouvrages anciens, mais restaurés depuis peu. Elles prouvent, d'un côté, que la serrurerie est, depuis long-temps, parvenue en France au plus haut degré de perfection, et de l'autre, que si l'art qui semble s'être fait un jeu de vaincre le fer n'avait pas encore élevé de pareils trophées, il y réussirait aujourd'hui dans les ateliers français. De ces deux grilles, dit on, l'une avait été fabriquée autrefois dans la Belgique, et l'autre en France; c'était, à ce qu'il paraît, le résultat d'un concours ou *défi*, entre les serruriers belges et les serruriers français. Les deux chefs-d'œuvre viennent d'être restaurés par d'habiles serruriers de Paris.

Quarante-trois envois de coutellerie, qui sont réunis dans l'exposition de 1819, attestent l'activité dont ce genre de fabrication jouit en France (nos. 968 à 1010); ces produits sont présentés par les départemens de la Seine, des Bouches-du-Rhône, de la Vienne, du Puy-de-Dôme, du Cal-

Coutellerie  
en 1819.

vados, de la Marne, de la Manche, de Seine et Oise, de la Haute-Marne et du Cher.

Les seules fabriques de Thiers (Puy-de-Dôme), ont adressé neuf envois très-copieux; ils font voir que, dans cette contrée industrielle, l'art de la coutellerie ne cesse de mériter les éloges qu'il a reçus du Jury en 1806, particulièrement pour la bonne qualité des produits jointe à la modicité des prix et à la grande variété des objets.

Langres, Moulins, Châtellerault, Saint-Etienne, Marseille, Châlons-sur-Marne, Saint-Lô, Klingenthal, Bourges et Paris, recommandent aussi à l'attention du public de nombreux ouvrages de coutellerie, tant fine que commune.

Parmi ces ouvrages, on remarque ce qui suit : d'excellens instrumens de chirurgie, exécutés par MM. Sir-Henry, Grangeret et Sénéchal, à Paris; des ciseaux fabriqués au moyen du découpoir et du balancier, pour des prix modérés, par M. Pein, à Châlons-sur-Marne; des rasoirs faits avec l'acier de la *Bérardière* (Loire) et trempés par un procédé nouveau, à l'aide d'un pyromètre métallique, par M. Gavet, à Paris, objets d'un prix modique et de très-bonne qualité (1); d'autres rasoirs de M. Gillet, autre coutelier renommé de la capitale; des rasoirs à dos métallique, ou à lames de rechange, fabriqués chez Madame V<sup>e</sup>. Charles, à Paris; un ra-

(1) Ce pyromètre est fondé sur la dilatation d'une barre d'argent pur; c'est l'instrument que M. Brongniart, ingénieur en chef des Mines, a fait construire pour diriger la *cuite* des peintures sur porcelaine, à la Manufacture royale de Sèvres.

soir à six lames ajustées, de M. Frestel, à Saint-Lô; un couteau de chasse à quinze pièces, de M. Lemaire, à Châtelleraunt; enfin, beaucoup d'autres produits des célèbres fabriques de coutellerie qui sont déjà rappelées ci-dessus: mais il nous serait impossible d'établir un ordre de mérite relatif entre les nombreux ateliers des diverses parties de la France; ils nous paraissent tous recommandables, soit par l'exécution, soit par la variété de leurs produits, soit par la modicité des prix pour lesquels tant d'objets utiles sont livrés au commerce.

Outils divers  
et grosse  
quincaillerie  
en 1819.

Nous nous bornerons aussi à faire mention des objets de quincaillerie, tant grosse que menue, et des outils divers, qui sont fabriqués avec le plus grand succès, et livrés au commerce pour des prix très-modérés, par MM. Coulaux frères, manufacturiers à Molsheim, à Bærenthal, à Greswillers et à Klingenthal, dans le département du Bas-Rhin: ces produits remarquables sont exposés sous le n°. 903. (Voyez ci-après les décisions du Jury.)

Des outils et des objets de grosse quincaillerie à l'usage de toutes les professions, sont exposés (n°. 1019), par M. d'Herbecourt, de Paris, fabricant très-connu; tous ces ouvrages, qui joignent au mérite d'une grande utilité celui d'une belle exécution, ne sauraient manquer d'être distingués par le Jury. Ce double motif d'intérêt fait aussi remarquer un assortiment nombreux d'objets de quincaillerie que présente M. Deharme, habile mécanicien de la capitale; ces objets consistent principalement en fers à repasser, chandeliers en fer battu, balustres, grilles d'appui, outils à moulure pour façonner le cuivre, écrous

à l'usage des constructeurs de machines; charnières, mascarons, rosaces, etc.

Plusieurs autres fabriques de quincaillerie, qui sont situées dans les départemens du Haut-Rhin, des Ardennes, du Doubs, de l'Orne, du Calvados, du Loiret et de l'Aude, ont présenté à l'exposition (nos. 900 à 911), un grand nombre d'objets divers de ce genre, tels que poignées d'espagnolette, pincettes et pelles à feu, boucles de sellerie, tourne-broches, chandeliers de fer, étrilles, étaux, vrilles, poêles à frire, etc., etc.

Parmi tous ces estimables produits de l'industrie française, on remarque sur-tout ceux qui proviennent de la grande manufacture que MM. Jappy frères ont établie, en 1806, à Beaucourt, dans le département du Haut-Rhin. Ces ouvrages consistent en assortimens de vis à bois, de gonds, de pitons, de boulons à écrous, enfin de toutes sortes d'objets de quincaillerie, qui sont exécutés avec autant de précision que de célérité, par des moyens mécaniques; le secours des machines n'empêche pas MM. Jappy d'employer, dans leur manufacture de quincaillerie, les bras d'environ 900 ouvriers, la plupart enfans ou du sexe féminin; les mêmes fabricans sont à la tête d'une belle manufacture d'horlogerie par mécanique, qui prospère dans le même lieu.

La fabrication des armes blanches soutient sa haute réputation à Klingenthal (Bas-Rhin); on en voit les produits sous le n°. 1045. L'une des fabriques de Saint-Etienne (Loire), a exposé, sous le n°. 1046, des lames de fleuret qui sont dignes de figurer à côté des produits de Klingenthal. Le département des Bouches-du-Rhône a

Armes  
blanches  
en 1819.

envoyé, sous le n°. 980, des armes blanches en damas, qui offrent une nouvelle preuve des progrès que la France a faits dans ce genre de fabrication.

Armes à feu  
en 1819.

Sept envois d'armes à feu sont présentés par les départemens de la Seine, de la Corrèze, du Jura, de la Loire (nos. 1038 à 1044). Plusieurs de ces beaux ouvrages appelleront sans doute l'attention particulière du Jury.

La manufacture royale de Tulle (Corrèze), présente un fusil de munition et des platines, tant de mousqueton que de fusil, ouvrages dignes de cet établissement.

Trois arquebusiers de Paris exposent des armes de chasse dont la réputation atteste le mérite. Ce sont : des fusils à quatre coups et à deux coups, garnis en platine, et des fusils à percussion, de M. Lepage ; d'autres fusils et des amorçoirs, de M. Prélat, qui présente aussi des fusils à percussion, nommés *fusils à foudre* ; d'autres fusils et pistolets à percussion, nommés *fusils à la Pauly*, de M. Roux.

Deux arquebusiers de Saint-Etienne (Loire), M. Cessier et M. Delamotte, présentent, le premier, des fusils et pistolets avec leurs nécessaires ; le second, un fusil : ces objets accroissent encore l'estime dont jouissent les fabriques d'armes de Saint-Etienne.

Houille, etc.  
e. 1819.

On ne saurait achever de passer en revue les produits de l'industrie métallurgique, sans se rappeler quel secours elle tire de l'exploitation de nos mines de houille et de lignite ; l'extraction de ces combustibles s'élève encore annuellement à plus de neuf millions de quintaux métriques, dans les mines de la France.

D'après les années 1816 et 1817, les mines étrangères fournissent en outre, à ce royaume, environ 2 millions 800000 quintaux métriques de houille, par année commune, et la France n'exporte annuellement qu'environ 253000 quintaux métriques du même combustible.

A la vérité, on remarque avec satisfaction que, depuis trente ans, l'importation de la houille étrangère est restée chez nous à-peu-près telle qu'elle y était auparavant, tandis que l'extraction de la houille indigène a pris un accroissement très-considérable ; mais, d'un autre côté, il est en France un grand nombre de mines de houille, qui, pour déployer leurs abondantes ressources, attendent encore que des moyens de communication, plus faciles et moins dispendieux, leur permettent de répandre le combustible, avec une sorte de profusion, dans toutes les contrées où s'exerce l'industrie française.

Les progrès qu'a déjà faits l'exploitation de la houille nous conduisent à rappeler l'accroissement considérable que prend, pour ainsi dire de jour en jour, la fabrication de deux substances qui proviennent souvent des mêmes travaux souterrains que les combustibles minéraux ; ces deux substances, dont le secours est précieux pour plusieurs arts, sont : le sulfate de fer ou vitriol, et l'alun ou sulfate alcalin d'alumine.

L'exposition de 1819 réunit, à cet égard, des produits remarquables ; on y voit de très-beaux échantillons de sulfate de fer, envoyés par diverses manufactures, qui sont en activité dans les départemens de l'Aisne, de l'Oise, de la Seine, du Calvados, de la Seine-Inférieure, de

Autres pro-  
duits mi-  
néraux.

Sulfate de  
fer  
en 1819.

l'Hérault et des Bouches-du-Rhône (nos. 1363 et 1368 à 1373 et 1389 à 1392).

Alun  
en 1819.

Plusieurs de ces mêmes établissemens ont exposé de l'alun, qui est fabriqué dans les départemens de l'Ariège, des Bouches-du-Rhône, de l'Aisne et de la Seine (nos. 1361 à 1363, 1370 et 1392).

Parmi de nombreux produits chimiques, dont la préparation ne laisse rien à désirer, on remarque sur-tout l'alun que livre abondamment au commerce la fabrique de Termes, près Paris; ce grand laboratoire de chimie appliquée aux arts, est recommandé à l'estime du public par les noms de MM. Chaptal fils, d'Arcet et Holker (n°. 1392). La fabrique de M. Bérard, à Montpellier, présente aussi de l'alun et d'autres produits chimiques, objets qui soutiennent et accroissent la réputation de cet habile manufacturier (n°. 1370). Une autre fabrique estimable, celle de M. Delpech, située au Mas-d'Azil, dans le département de l'Ariège, expose de l'alun, qui, d'après des essais comparatifs, contient moins de fer oxidé que l'alun de Rome (n°. 1362). Par l'absence de cette matière colorante qui nuit à certaines teintures, les produits des fabriques d'alun de la France peuvent désormais, ainsi que tous les aluns purifiés avec soin par la cristallisation, contester à l'alun de Rome une préférence dont ce produit étranger jouit cependant encore dans un grand nombre d'ateliers français; tel est le résultat général des recherches que plusieurs savans chimistes ont exécutées et publiées sur cette matière.

Dans ce grand nombre d'objets importans que

réunit l'exposition de 1819, il en est encore quelques autres qui appartiennent au règne minéral; qu'il nous soit permis d'en faire mention.

Un coup d'œil encourageant ne sera pas refusé aux ouvrages en jayet ou *jay*, qui proviennent des départemens de l'Ariège et de l'Aude (n°. 1337, 1340 et 1341). Plusieurs habitans de ces contrées sont depuis long-temps en possession d'exercer, sur le combustible qui est connu sous le nom de *lignite* (ou *jayet*), une industrie soigneuse, qui façonne ce minéral, de peu de valeur, en une sorte de bijouterie.

Lignite ou  
*jayet*  
en 1819.

Quelques fabriques des départemens de la Seine et des Hautes-Alpes présentent des crayons, les uns artificiels et les autres naturels (n°. 1410 à 1242); ces crayons estimés sont encore un bienfait du règne minéral; nous lui devons aussi la plupart des brillantes couleurs que présentent les nombreuses manufactures de ce genre, qui sont en activité dans le département de la Seine (n°. 1396 à 1409).

Crayons et  
Couleurs  
en 1819.

C'est également le règne minéral qui fournit à plusieurs arts d'autres matières encore, dont la valeur est augmentée, quelquefois même créée, dans les célèbres ateliers de Paris: ces pierres précieuses, que l'on y *taille* avec une exactitude géométrique, et que l'on y *monte* avec un goût exquis; ces gemmes factices ou *strass*, dont le vif éclat semble rivaliser avec celui des gemmes naturelles; ces albâtres, que la sculpture applique à différens usages, en leur donnant des formes élégantes; ces porphyres, ces granites et autres roches dures, que l'art du marbrier façonne, comme les roches tendres, en tables, en ornemens, en vases qui rappellent les

Gemmes et  
*Strass*  
en 1819.

Roches et  
*Mosaïques*  
en 1819.

beautés antiques du même genre; ces matières *plastiques*, au moyen desquelles on restaure des objets précieux du règne minéral, ou bien l'on imite même les empreintes les plus délicates des pierres gravées; enfin, ces petits fragmens de pierres ou d'émaux colorés, avec lesquels un art émule de la peinture compose des *mosaïques*, dignes de figurer à côté des chefs-d'œuvre de la Grèce, et de l'Italie.

Marbres  
en 1819.

Des échantillons variés de marbres indigènes sont envoyés par les départemens du Rhône, du Jura, du Pas-de-Calais, de la Haute-Garonne, de l'Aude, de l'Ariège, du Lot et des Hautes-Pyrénées; quelques-uns de ces marbres, quoique nouvellement découverts, sont déjà estimés dans le commerce; il en est même qui paraissent dignes d'être employés par les statuaires (1).

Pierres di-  
verses  
en 1819.

Des pierres propres à la lithographie proviennent du département du Jura, et l'on sait que dans plusieurs autres départemens il existe de ces mêmes pierres, dont on avait d'abord pensé que la France était dépourvue.

Diverses roches sont exposées par les départemens du Pas-de-Calais et des Hautes-Alpes, comme de nouveaux produits des nombreuses carrières que possède la France (nos. 1526 et 1594).

Terres di-  
verses  
en 1819.

Quant à l'exploitation des terres employées dans les arts, quoi de plus capable d'attester l'heureuse activité dont cette branche d'industrie jouit en France, que la réunion d'un si

(1) Voyez un Rapport de M. Héricart de Thury, ingénieur en chef des Mines, sur les marbres de France, page 292 et suivantes de son ouvrage déjà cité plus haut.

grand nombre de beaux ouvrages, qui sont exposés par les manufactures de poterie et de porcelaine, de verrerie et de cristallerie! (nos. 1228 à 1288 et 1179 à 1211.)

Qu'on nous pardonne cette digression; elle trouvera peut-être son excuse dans la nature d'un sujet dont les accessoires même entraînent facilement les amis des arts métallurgiques.

Sans rappeler désormais aucun autre produit de l'industrie française, que ceux dont la matière est un métal, nous pourrions encore essayer de rendre hommage aux progrès de plusieurs ateliers célèbres, si les ouvrages qu'ils ont présentés à l'exposition ne s'y trouvaient classés par rapport aux grands effets qui résultent de l'emploi de ces produits, abstraction faite des substances dont ils sont composés.

Divers em-  
plois des mé-  
taux  
en 1819.

En voyant, par exemple, les chefs-d'œuvre typographiques de MM. Didot et autres imprimeurs français, le métallurgiste se plaît à remarquer avec quelle habileté l'alliage du plomb et de l'antimoine est employé dans leurs fondries de caractères, avec quelle précision, dans ces moules métalliques dont ils sont les inventeurs, on forme d'un seul jet un grand nombre de lettres parfaitement correctes. Les perfectionnemens que M. Herhan ne cesse d'apporter dans ses procédés de *stéréotypage* sont dus en partie à de beaux ouvrages en cuivre et en autres métaux, que l'habile imprimeur emploie pour cet objet (1). Quel rôle ne jouent pas les métaux dans ces prompts imitations de l'écriture et du

Typogra-  
phie, etc.

(1) Ces ouvrages sont: des *matrices* en cuivre, frappées à froid; des caractères mobiles, frappés en creux, etc.

dessin, qui sont produites par le *clichage* et par le *polytypage* ! C'est à de belles planches de cuivre que sont confiés, comme à de fidèles dépositaires, les trésors de la *calcographie*. Quelquefois le cuivre, mais plus souvent l'étain, fournit à la gravure les moyens de perpétuer les prodiges de la musique; ce même art, dans plusieurs de ses instrumens, obtient, par les métaux, les sons les plus enchanteurs.

Horlogerie.

Dans l'horlogerie, c'est au moyen du laiton, de l'acier et des gemmes, que la marche du temps est mesurée par des chefs-d'œuvre français, tant d'horlogerie fine à l'usage civil, que d'horlogerie astronomique. Les métaux, employés avec le secours des machines, ont fait naître, dans les départemens du Doubs, du Haut-Rhin et de la Seine-Inférieure, ces actives fabriques d'où il sort, en abondance, des mouvemens de montres et de pendules, offerts au commerce pour des prix modiques (1). Par les plus heureux progrès dans l'art d'économiser le temps, on est parvenu à prodiguer ainsi les moyens d'en bien régler l'emploi, et la métallurgie n'applaudit pas moins à de tels résultats dont elle prépare les élémens indispensables, que l'horlogerie elle-

(1) Dans le département du Haut-Rhin, à Beaucourt, chez MM. Jappy, un mouvement brut, dit *ébauche* de montre, coûte de 1 fr. 40 c. à 2 fr., d'après le prix de la vente par douzaine; dans le département du Doubs, à Seloncourt, chez MM. Beurnier, un mouvement brut, d'après le même mode de vente, coûte de 1 fr. 63 c. à 1 fr. 71 c. Le premier de ces établissemens en fabrique, par mois, environ 1500 douzaines, dont les neuf dixièmes sont vendus hors de France; et le second fournit, par mois, environ 340 douzaines, dont les dix-neuf vingtièmes passent aussi à l'étranger. (Voyez le *Rapport du Jury central*, etc., rédigé par M. Costaz, page 253 et suivantes. Paris, de l'Imprimerie royale, 1819.)

même qui applique les métaux à de si nobles usages.

La même réflexion pourrait s'étendre à beaucoup d'autres produits que réunit l'exposition de 1819. Rappelons-nous les plus remarquables: ces instrumens de mathématiques, d'optique et de physique, dont la fabrication a pris un essor proportionné à celui des hautes sciences; ces puissans moteurs, tels qu'une machine à vapeur qu'on peut subitement transporter, et plusieurs machines hydrauliques, dites *presses et beliers*, objets dont les utiles applications se multiplient dans les arts; ces pompes diversement construites, soit pour élever l'eau, soit pour maîtriser l'incendie; ces mécanismes variés parmi lesquels on distingue d'ingénieux *encliquetages*, et une machine propre à canneler ainsi qu'à raboter le fer; ces instrumens aratoires dont l'exécution soignée promet de nouveaux succès à l'agriculture; ces appareils d'éclairage, de chauffage et de distillation, qui satisfont à divers besoins de la société, dans les ports et les phares, dans les villes, dans les ateliers, dans les foyers domestiques; ces métiers, ces machines, qui accélèrent le travail, et même en assurent la perfection; par exemple, cette active *tondeuse* qui remplace les autres moyens de tondre le drap, dans plusieurs manufactures célèbres. En admirant tous ces produits, dans les salles du Louvre, le métallurgiste reconnaît, presque à chaque pas, des métaux habilement employés; et de quel art ne parlerait-on pas, au sujet des métaux! Mais nous sortirions des bornes qui nous sont prescrites, si nous suivions, dans leurs heureux développemens, toutes les branches de l'industrie française, et nous

Instrumens  
et Machines,  
etc.

devons nous hâter de terminer un Rapport dont l'objet nous a peut-être déjà entraînés trop loin.

Orfèvrerie, etc., Platine, etc. Ce ne serait cependant pas sans regret, que dans l'énumération des travaux métallurgiques, nous passerions entièrement sous silence les ouvrages en platine, en orfèvrerie, en argenterie et en plaqué d'or ou d'argent, ou de platine, qui sont présentés à l'exposition par le département de la Seine (nos. 948 à 956, 1218 à 1221, 1225 à 1227). Les justes éloges que le Jury spécial de Paris a donnés, dans son Rapport, à ces produits des fabriques les plus renommées de la capitale, ne peuvent manquer de les recommander à l'attention du Jury central de l'industrie française. (Voyez ci-après les décisions.)

En jouissant du grand spectacle de cette industrie dont nous venons de présenter le tableau, ou plutôt une faible esquisse, le Français devient encore plus fier de ce titre; plus il a été à portée d'observer les pays étrangers, plus il admire et chérit la France.

*Examen de la troisième question posée ci-dessus.*

Comme résumé de ce qui précède, et pour satisfaire à notre troisième question, nous avons soumis au Jury central une série de propositions motivées, concernant les fabricans qui nous ont paru mériter des distinctions par les divers produits dont il a été rendu compte dans le cours de ce rapport.

*Nota.* Au lieu des propositions soumises au Jury, on va lire, suivant l'ordre établi par ce Rapport spécial, une liste indicative des distinctions accordées par le Roi, relativement aux Arts Métallurgiques, d'après le Rapport du Jury central, sur les Produits de l'industrie française.

*LISTE indicative des distinctions accordées par le Roi, relativement aux Arts Métallurgiques, par suite de l'exposition des produits de l'industrie française de l'année 1819.*

Le Jury central de l'exposition des produits de l'industrie française, en l'année 1819, a décerné, pour les objets suivans, aux personnes ci-après nommées, les distinctions que voici;

*Relativement au PLOMB:*

Plomb.

A M. Boucher, de Paris, rue Béthizy, n<sup>o</sup>. 1,  
*Médaille de bronze*, pour ouvrages en plomb laminé;

A MM. Pavalier, à Marseille,  
*Mention honorable*, pour tuyaux de plomb laminé sans soudure;

A M. Verhelst, à Lille (Nord),  
*Idem*, *Idem*.

A M. Yver, à Caen (Calvados),  
*Mention honorable*, pour balles et plomb de chasse;

A M. Pécard, à Tours (Indre et Loire),  
*Idem*, pour plomb de chasse;  
*Médaille de bronze*, pour minium;

A M. Roard, à Clichy, et à Paris, rue Montmartre, n<sup>o</sup>. 60,  
*Médaille d'or*, pour céruse, minium et mine orange.

Cuivre.

*Relativement au CUIVRE :*

A la Fabrique de Romilly (Eure),

*Médaille d'or*, pour clous de cuivre et feuilles à doublage (Voyez *TRÉFILIERIES*);

A M. Boucher fils, de Rouen,

*Mention honorable*, pour cuivre laminé, propre au service de la marine et à la chaudronnerie (Voyez *LAITON et TRÉFILIERIES*);

A MM. Boigues, Débladis et Guérin, d'Imphy (Nièvre),

*Idem*, pour feuilles de cuivre propres au doublage (Voyez *TÔLES, FERS-NOIRS et FER-BLANC*);

A MM. Mazarin père et fils, de Toulouse,

*Idem*, pour planches de cuivre.

Laiton.

*Relativement au LAITON :*

A M. Boucher fils, de Rouen,

*Médaille d'or*, pour laiton fabriqué avec la blende ou le zinc sulfuré (Voyez *CUIVRE et TRÉFILIERIES*);

A M. Saillard aîné, rue de Clichy, à Paris, et à Rugles (Eure),

*Mention honorable*, pour fabrication du laiton (Voyez *ZINC et TRÉFILIERIES*).

Zinc.

*Relativement au ZINC :*

A M. Saillard aîné, rue de Clichy, à Paris, et à Rugles (Eure),

*Médaille d'argent*, pour zinc laminé en feuilles très-minces, et clous de ce métal (Voyez *LAITON et TRÉFILIERIES*).*Relativement à L'ÉTAIN :*

Étain.

*Nota.* Dans le Rapport du Jury central, p. 171, on lit ce qui suit :

« Le Corps royal des Mines s'est fait un titre réel à la reconnaissance publique, en procurant à la France une substance dont on croyait jusqu'ici son sol entièrement dépourvu. » *Paris*, de l'Imprimerie royale, 1819.

*Relativement aux BRONZES et DORURES :*

Bronzes et Dorures.

A l'École royale des Arts et Métiers, de Châlons-sur-Marne,

*Médaille d'or*, pour l'ensemble de ses produits, parmi lesquels on remarque des cymbales et des tamtams, objets fabriqués avec un alliage de cuivre et d'étain, par un procédé qui est récent en France (Voyez *LIMES et RAPES*);

A MM. Thomyre et Compagnie, de Paris, boulevard Poissonnière,

Rappel d'une *Médaille d'or*, décernée en 1806, et *Mention honorable*, pour un grand vase et divers autres objets en malachite, ornés de bronzes dorés, ainsi que pour plusieurs très-beaux ouvrages en bronze, et notamment pour une copie de la statue antique de GERMANICUS;A MM. Desnière et Matelin, rue Vivienne, n<sup>o</sup>. 13, à Paris,*Médaille d'argent*, pour de riches ouvrages en bronze doré, ainsi que pour une pendule en cuivre sans dorure;A M. Galle, rue de Colbert, n<sup>o</sup>. 1, à Paris,*Idem*, pour girandoles, feux, pendules, et notamment pour un très-beau surtout de table;A M. Lenoir-Ravrio, rue des Filles Saint-Thomas, n<sup>o</sup>. 15, à Paris,



*Idem*, pour un candélabre avec figure, et pour divers autres objets en bronze doré, ainsi que pour une statue en bronze, copie moulée sur le FAUNE du Capitole;

A M. Ledure, rue Vivienne, n°. 16, à Paris,

*Idem*, pour divers ouvrages en bronze d'une excellente composition, bien ajustés et bien dorés;

A M. Feuchère, rue Notre-Dame de Nazareth, n°. 25, à Paris,

*Idem*, pour garnitures de cheminées, girandoles, lustres, ornemens et petites statues en bronze, ainsi que pour modèles de balcons, et notamment pour le modèle d'un balcon établi au Louvre, en face du Pont des Arts;

A Madame Boisrichard, veuve Raymond,

*Mention honorable*, pour deux beaux lustres et une cheminée.

Mercure.

*Relativement au MERCURE :*

A M. Désmoulins, rue Saint-Martin, n°. 252, à Paris,

*Médaille de bronze*, pour vermillon de la plus belle qualité (ou sulfure de mercure en poudre).

Fonte de fer brute.

*Relativement à la FONTE DE FER BRUTE :*

A MM. de Blumenstein et Frère-Jean, de Vienne (Isère),

*Mention honorable*, pour fonte de fer grise, obtenue par le moyen du coke (Voyez *FER EN BARRES* et *TÔLES*).

Fonte de fer moulée.

*Relativement à la FONTE DE FER MOULÉE :*

A M. Baradelle, de Paris,

*Médaille d'argent*, pour outils, clous, pièces de machines, ustensiles de ménage, etc., en fonte adoucie;

A M. Würtz, à Strasbourg,

*Idem*, pour vases en fonte de fer, émaillés intérieurement;

A la forge de Creutzwald (Moselle),

*Médaille de bronze*, pour fourneaux, braisières, et autres objets habilement exécutés en fonte moulée;

A M. Meutzer, à Paris, rue de l'Oursine, n°. 90,

*Mention honorable*, pour mortiers en fonte de fer, tournés et polis;

A M. Rochet, à Bèze (Côte-d'Or),

*Idem*, pour socs de charrue et roues en fonte de fer (Voyez *FER*, *TÔLES*, *ACIER* et *LIMES*);

A M. Goupil, à Dampierre (Eure et Loir),

*Idem*, pour divers ouvrages et ustensiles en fonte de fer;

A M. Dumas fils, à Paris, rue Traversière Saint-Antoine,

*Idem*, pour assortiment de roulettes, d'un nouveau modèle, tant en fonte de fer qu'en cuivre.

*Relativement au FER en BARRES et en LAMES :*

Fer en barres, etc.

A MM. Paillot père et fils, et l'Abbé, aux forges de Grossouvre (Cher),

*Médaille d'or*, pour fer en barres et lames à canons de fusil;

A MM. de Blumenstein et Frère-Jean, de Vienne (Isère),

*Médaille d'argent*, pour fer affiné au fourneau de réverbère, par le moyen de la houille (Voyez *FONTE DE FER BRUTE* et *TÔLES*);

A M. Rambourg, à Saint-Bonnet-le-Désert (Allier),

*Mention honorable*, pour fer en barres, d'une qualité supérieure;

A M. Aubertot, à Vierzon (Cher),  
*Mention honorable, Idem (Voyez ACIER et TôLES);*  
 A M. Rochet, à Bèze (Côte-d'Or),  
*Id., Id. (V. FONTE DE FER, TôLES, ACIER et LIMES);*  
 A MM. Lemyre, à Clairvaux (Jura),  
*Idem, pour fer affiné par un procédé perfectionné (Voyez CLOUTERIE);*

A M. Chauffaille, à Coussac-Bonneval (Haute-Vienne),

*Idem, pour fer doux, de très-bonne qualité;*

A M. Daguin aîné, à Auberive (Haute-Marne),

*Idem, pour fer bien martiné en bandes;*

A M. Jacot, à Bienville (Haute-Marne),

*Idem, pour fer bien forgé en barres;*

A M. Irroy, à Arc (Haute-Saône),

*Idem, pour fer de très-bonne qualité (Voyez ACIER, LIMES, FAULX, SCIÉS et AIGUILLES);*

A MM. Roger, Payant et Thériat, à Nogent-le-Rotrou (Eure et Loir),

*Idem, pour fer en verges très-bien fabriquées;*

A M. Poulain, à Boutancourt (Ardennes),

*Idem, pour fer métis, fendu, platiné, laminé;*

A MM. Coulaux frères, à Molsheim, à Bærenthal, à Greswillers, et à Klingenthal (Bas-Rhin),

*Idem, pour fer bien fabriqué et de bonne qualité. (Voyez SCIÉS, OUTILS DIVERS, ARMES BLANCHES et COUTELERIE).*

*Nota.* En vertu de l'Ordonnance royale du 9 avril 1819, concernant les récompenses pour les services rendus à l'industrie, le Jury central a décerné :

A M. Dufaud, directeur des forges de Gros-souvre (Cher),

*Une médaille d'or, pour avoir établi et perfectionné, en France, le travail des fers par les cylindres, au sortir de l'affinage par le charbon de terre.*

Outre cette récompense, le Roi a accordé à M. Dufaud la décoration de l'Ordre royal de la Légion-d'Honneur, par nomination du 17 novembre 1819.

Relativement à L'ACIER :

Aciers.

A M. Milleret, à la Bérardière, près Saint-Étienne (Loire),

*Médaille d'or, pour aciers de toute sorte;*

A M. Irroy, à Arc, près Gray (Haute-Saône),

*Idem, pour aciers de plusieurs variétés (Voyez FER, LIMES, FAULX, SCIÉS et AIGUILLES);*

A M. Dequenne, à Raveau, près la Charité (Nièvre); et à MM. Montmouceau et Dequenne, à Orléans (Loiret), (leurs établissemens étant réunis pour l'ensemble des fabrications de leur maison),

*Idem, pour acier de cémentation (Voyez LIMES);*

A M. Grasset, aux forges de la Doué, près la Charité (Nièvre),

*Rappel d'une Médaille d'argent, décernée en 1806, pour acier naturel;*

A M. Ruffié, à Foix (Ariège),

*Médaille d'argent, pour acier de bonne qualité (Voyez FAULX et LIMES);*

A M. Rochet, à Bèze (Côte-d'Or),

*Idem, pour acier corroyé assorti, pour acier brut, et*

pour barres d'acier façon de Styrie (Voyez *FONTE DE FER*,  
*FER*, *TÔLES* et *LIMES*);

A M. Rivals-Gincla, à Villemoustauson (Aude),  
*Médaille de bronze*, pour acier et pour fer laminé (Voyez  
*LIMES*);

A MM. Peujeot frères, à Hérimoncourt (Doubs),  
*Idem*, pour acier excellent, qui est propre à la fabrica-  
tion des ressorts de montres et de pendules;

A MM. Garrigou, Sans et Compagnie, à Tou-  
louse,  
*Mention honorable*, pour acier en barres (Voyez *FAULX*  
et *LIMES*);

A M. Fallatieu, à Montureux-lès-Gray (Haute-  
Saône),

*Idem*, pour acier, corroyé et non corroyé (Voyez *FER*-  
*BLANC* et *TRÉFILIERIES*);

A M. Robin-Peyret, de Saint-Étienne (Loire),  
*Idem*, pour aciers cimentés, corroyés, et pour aciers  
fondus;

A M. Goblet, aux forges de Chaume, près la  
Charité (Nièvre),

*Idem*, pour acier naturel;

A M. Jude de la Judie, à Champagnac (Haute-  
Vienne),

*Idem*, pour acier corroyé;

A M. Fleuzat-Lessart, à Chapelle-Montbran-  
deix (Haute-Vienne),

*Idem*, *Idem*, et pour acier naturel;

A M. Aubertot, à Vierzon (Cher),

*Idem*, pour acier de bonne qualité (V. *FER* et *TÔLES*);

A M. Sans, à Pamiers (Ariège),  
*Idem*, *Idem*.

*Nota*. En vertu de l'Ordonnance royale du  
9 avril 1819 (Voyez *FER*), le Jury central a dé-  
cerné :

A M. Beaunier, ingénieur en chef au Corps  
royal des Mines, et directeur de l'École des Mi-  
neurs, à Saint-Étienne (Loire),

Une *Médaille d'or*, pour avoir établi en France, sur des  
principes sûrs, la fabrication de tous les aciers dans les  
usines de la *Bérardière*, appartenant à M. Milleret.

Outre cette récompense, le Roi a accordé à M. Beaunier  
la décoration de l'*Ordre royal de la Légion-d'Honneur*,  
par nomination du 17<sup>e</sup> novembre 1819.

*Relativement aux FAULX et FAUCILLES:*

A MM. Garrigou, Sans et Compagnie, à Tou-  
louse,

*Médaille d'or*, pour faulx et faucilles (Voyez *ACIER* et  
*LIMES*);

A M. Irroy, à Arc, près Gray (Haute-Saône);

*Mention honorable*, pour faulx à lames de rechange  
(Voyez *FER*, *ACIER*, *LIMES*, *SCIÉS* et *AIGUILLES*);

A M. Ruffié, à Foix (Ariège),

*Idem*, pour faulx (Voyez *ACIER* et *LIMES*);

A M. Biron, à Fourvoierie - en - Chartreuse  
(Isère),

*Idem*, *Idem*;

A M. Delanos, à Saint-Manviéu (Calvados),

*Idem*, *Idem*;

Tome V. 1<sup>re</sup> livr.

Faulx  
et Faucilles.

98 SUR LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES  
A MM. Bobilliers et Nicod, à la Grand' Combe  
(Doubs),  
*Idem, Idem.*

Limes  
et Râpes.

*Relativement aux LIMES et RÂPES :*

A M. Saint-Bris, à Amboise (Indre et Loire),  
*Médaille d'or*, pour limes et râpes de bonne qualité (1);

A MM. Montmouceau et Dequenue, à Or-  
léans,

*Mention honorable*, pour limes sur étoffe d'acier fondu  
(Voyez *ACIER*);

A MM. Garrigou, Sans et Compagnie, à Tou-  
louse,

*Idem*, pour limes (Voyez *ACIER* et *FAULX*);

A l'École royale des Arts et Métiers, de Châlons-  
sur-Marne,

*Idem*, pour l'ensemble de ses produits, parmi lesquels  
se trouvaient des limes bien fabriquées (Voyez *BRONZES*  
et *DORURES*);

A M. Irroy, à Arc, près Gray (Haute-Saône),

*Idem*, pour limes (Voyez *FER*, *ACIER*, *SCIES*, *FAULX*  
et *ARGUILLES*);

A M. Ruffié, à Foix (Ariège),

*Idem, Idem* (Voyez *ACIER* et *FAULX*);

A M. Rochet, à Bèze (Côte-d'Or),

*Idem, Idem* (Voyez *FONTE DE FER*, *FER*, *ACIER* et  
*TÔLES*);

(1) A l'occasion de l'exposition de 1819, le Roi a accordé  
à M. Saint-Bris la décoration de l'Ordre royal de la Lé-  
gion-d'Honneur, par nomination du 17 novembre 1819.

A M. Rivals-Gincla, à Villeoustauson (Aude),  
*Idem, Idem* (Voyez *ACIER*);

A M. Contamine, à Paris, rue du Faubourg  
Saint-Antoine, n°. 105,

*Idem*, pour râpes à l'usage des sculpteurs statuaires et  
des sculpteurs en bois.

*Relativement aux SCIES :*

Scies.

A MM. Coulaux frères, à Molsheim, à Bären-  
thal, à Greswillers et à Klingenthal (Bas-Rhin),

*Médaille d'or*, pour de belles scies, très-bien exécutées,  
et d'excellente qualité (Voyez *FER*, *OUTILS DIVERS*,  
*ARMES BLANCHES* et *COUPELLERIE*);

A M. Irroy, à Arc, près Gray (Haute-Saône),

*Mention honorable*, pour des scies bien fabriquées et  
d'un prix modique (Voyez *FER*, *ACIER*, *LIMES*, *FAULX*  
et *ARGUILLES*);

A M. Jourjon, à Saint-Étienne (Loire),

*Idem*, pour lames de scies, en acier fondu.

*Relativement aux TÔLES et FERS NOIRS :*

Tôles et  
Fers noirs.

A MM. Boigues, Débladis et Guérin, à Imphy  
(Nièvre),

*Médaille d'or*, pour tôles noires, en feuilles fortes et en  
feuilles légères, très-habilement fabriquées au laminoir  
(Voyez *CUIVRE* et *FER-BLANC*);

A M. Fouque, au Pont-Saint-Ours (Nièvre),

*Médaille d'argent*, pour tôle laminée, d'une bonne fa-  
brication;

100 SUR LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES  
A MM. de Blumenstein et Frère-Jean, à Vienne  
(Isère),

*Mention honorable*, pour feuilles de tôle bien exécutées  
(Voyez *FONTE DE FER BRUTE* et *FER EN BARRES*);

A M. Aubertot, à Vierzon (Cher),  
*Idem*, *Idem* (Voyez *FER* et *ACIER*);

A MM. Sagliot, Human et Compagnie, à Au-  
dincourt (Doubs),  
*Idem*, *Idem* (Voyez *FER-BLANC*);

A M. Rochet à Bèze (Côte-d'Or),  
*Idem*, *Idem* (Voyez *FONTE DE FER*, *FER*, *ACIER* et  
*LIMES*).

*Relativement au FER-BLANC :*

Fer-blanc.

A MM. Mertian frères, à Montataire (Oise),  
*Médaille d'or*, pour fer-blancs unis, planés, d'une par-  
faite ductilité, qui sont exécutés au laminoir;

A MM. Boigues, Débladis et Guérin, à Imphy  
(Nièvre),  
*Mention honorable*, avec rappel d'une *Médaille d'or*,  
décernée pour tôles, fer-noirs, fer-blancs, et cuivre la-  
miné (Voyez *TÔLES* et *CUIVRE*);

A M. Fallatieu, à Bains (Vosges),  
*Médaille de bronze*, pour fer-blanc bien exécuté et  
d'une bonne qualité (Voyez *ACIER* et *TRÉFILIERES*);

A MM. Sagliot, Human et Compagnie, à Au-  
dincourt (Doubs),  
*Idem*, pour fer-blanc et tôle bien laminée (Voyez *TÔLES*);

A MM. Rouyer et Compagnie, à Carignan  
(Ardennes),

*Mention honorable*, pour fer-blanc d'une exécution sa-  
tisfaisante et d'une bonne qualité;

A Madame veuve Buyer, à Ailevillers (Haute-  
Saône),

*Idem*, *Idem*;

A M. Despretz fils, à la Capelle (Aisne),

*Idem*, *Idem*.

*Relativement aux TRÉFILIERES :*

Tréfileries.

A M. Mouchel fils, à l'Aigle (Orne),

*Médaille d'or*, pour fils de fer, d'acier et de cuivre, et  
cordes de piano (Voyez *AIGUILLES*);

A Madame Fleur, à Lods (Doubs),

*Mention honorable*, avec rappel d'une *Médaille d'ar-  
gent*, décernée en 1806, pour fils de fer et de laiton bien  
fabriqués;

A MM. Migeon et Dominé, à Morvillars (Haut-  
Rhin),

*Médaille d'argent*, pour fils de fer de bonne qualité,  
fabriqués sans morsure;

A M. Boucher fils, de Rouen,

*Mention honorable*, pour fils de laiton (Voyez *CUIVRE*  
et *LAITON*);

A la Fabrique de Romilly (Eure),

*Idem*, pour fils de fer, d'acier et de laiton (Voyez  
*CUIVRE*);

A M. Fallatieu, à Bains (Vosges),

*Idem*, pour fils d'acier et de fer (Voyez *ACIER* et *FER-  
BLANC*);

A M. le baron de Contamines (Ardennes),

*Idem*, pour fils de laiton;

A M. Saillard aîné, rue de Clichy, à Paris, et à Rugles (Eure),

*Idem*, *Idem* (Voyez *LAITON* et *ZINC*);

*Nota.* En vertu de l'Ordonnance royale du 9 avril 1819 (Voyez *FER*), le Jury a décerné :

A M. Léonard Gardon, marchand tireur d'or, à Lyon (Rhône),

Une *Médaille d'argent*, pour avoir trouvé le procédé par lequel on fabrique le fil de cuivre propre aux travaux des tireurs d'or, et pour avoir perfectionné les filières.

Aiguilles.

*Relativement aux AIGUILLES :*

A M. Irroy, à Arc (Haute-Saône),

*Mention honorable*, pour aiguilles à coudre et à tricoter, d'une exécution louable (Voyez *FER*, *ACIER*, *LIMES*, *FAULX* et *SOIES*);

A M. Mouchel, à l'Aigle (Orne),

*Idem*, pour aiguilles à coudre (Voyez *TRÉFILIERIES*).

Cartes.

*Relativement aux CARDES :*

A M. Calla, mécanicien, rue du Faubourg Poissonnière, n<sup>o</sup>. 92, à Paris,

Rappel d'une *Médaille d'or*, qui fut décernée à cet habile mécanicien, en 1806, et *Mention honorable*, pour plaques et rubans de cartes, très-bien fabriqués;

A la Fabrique de Liancourt (Oise),

Rappel d'une *Médaille de bronze*, décernée dans les précédentes expositions, et *Mention honorable*, pour cartes à coton et à laine, qui soutiennent la réputation de cet ancien établissement;

A M. le baron de Gency, à Meulan (Seine et Oise),

*Mention honorable*, pour cartes bien fabriquées;

A M. Henraux jeune, rue Saint-Médéric, n<sup>o</sup>. 46, à Paris,

*Idem*, pour chardons métalliques, qui remplacent les chardons végétaux dans la fabrication des draps;

A M. Rivery le Joille, à Woincourt (Somme),

*Idem*, pour cartes (Voyez *SERRURERIE*).

*Relativement aux PEIGNES et ROTS :*Peignes  
et Rots.

A M. Declanlieux, ingénieur-mécanicien, à Paris,

*Médaille d'argent*, pour perfectionnement d'un peigne sans fin, qui est employé, avec succès, dans la filature des lainages;

A M. Almeyras, de Lyon,

*Médaille de bronze*, pour peignes d'acier, avec garniture en plomb, ou rots perfectionnés, propres au tissage des étoffes et à la fabrication des rubans;

A M. Viou, à Tours,

*Mention honorable*, pour peigne perfectionné, propre au tissage des étoffes;

A M. Omouton, à Ivetot (Seine-Inférieure),

*Idem*, pour des rots perfectionnés, *Idem*;

A M. Thomas (Jacques-Nicolas), à Ivetot, (Seine-Inférieure),

*Idem*, *Idem*;

A M. Journée, à Rouen,

*Idem*, pour des rots faits avec un alliage qui lui est particulier.

Alènes.

*Relativement aux ALÈNES :*

A MM. Boilevin, de Badonvillers (Meurthe),  
*Médaille d'argent*, pour alènes à cordonnier, etc., qui  
sont bien fabriquées et d'un grand débit;

A MM. Letixerant et Compagnie, de Marseille,  
*Idem*, pour assortiment d'alènes, qui prouve que cette  
fabrication importante a fait des progrès en France.

Toiles  
métalliques.*Relativement aux TOILES MÉTALLIQUES :*

A M. Roswag, à Paris, et à Schelestadt (Bas-  
Rhin),

*Mention honorable*, avec rappel d'une *Médaille d'ar-  
gent*, décernée en 1806, pour toiles métalliques d'un tissu  
très-égal, et bien fabriquées;

A M. Gaillard, à Paris, rue Saint-Denis,  
n<sup>o</sup>. 228,

*Médaille d'argent*, *Idem*;

A M. Stammler, à Strasbourg (Bas-Rhin),

*Médaille de bronze*, pour treillages grillés et réseaux  
métalliques à mailles diverses, en fil de fer, en fil de lai-  
ton et en fil d'argent;

A M. Saint-Paul, à Paris, petite rue Saint-  
Pierre, n<sup>o</sup>. 28,

*Idem*, pour toiles métalliques, bien exécutées.

Clouterie.

*Relativement à la CLOUTERIE :*

A M. Fontaine, à Authie (Somme),

*Médaille de bronze*, pour clous de toute espèce et de toute  
dimension, très-bien fabriqués et de prix très-modérés;

A M. Lemyre, à Clervaux (Jura),

*Mention honorable*, pour clous découpés, dont la tête  
est frappée à froid (Voyez *FER EN BARRES*).

*Relativement à L'ACIER POLI et à la QUIN-  
CAILLERIE FINE :*Acier poli et  
quincaillerie  
fine.

A M. Cordier, à Paris, rue des Gravilliers,  
n<sup>o</sup>. 28,

*Médaille d'argent*, pour tôle d'acier fondu de toute di-  
mension, et d'un poli parfait;

A MM. Blondeau frères, à Saint-Hippolyte  
(Doubs),

*Médaille de bronze*, pour outils d'horlogerie, en fer et  
en acier poli;

A M. Lapie, à Charleville (Ardennes),

*Mention honorable*, pour fourchettes en fer et acier poli;

A MM. Rouyer et Berthier, de Paris, rue Cha-  
pon, n<sup>o</sup>. 17 bis,

*Idem*, pour dés à coudre en acier, doublés en or et en  
argent;

A M. Dumery, à Saint-Julien-du-Sault  
(Yonne),

*Idem*, pour fermoirs de sacs, en acier poli;

A M. Chatelain, à Paris, rue du Faubourg du  
Temple, n<sup>o</sup>. 91,

*Idem*, pour cuirasses d'une bonne fabrication et d'un  
beau poli.

Bijouterie  
d'acier.*Relativement à la BIJOUTERIE D'ACIER :*

A Madame veuve Schey, à Paris, rue des Petites-Écuries, n<sup>o</sup>. 5,

*Médaille d'or*, pour parures et autres bijoux de la plus grande beauté ;

A M. Frichot, à Paris, rue des Gravilliers, n<sup>o</sup>. 42,

*Médaille d'argent*, pour divers beaux ouvrages en acier poli ;

A M. Provent, à Paris, rue Salle-au-Comte, n<sup>os</sup>. 4 et 6,

*Mention honorable*, pour bijoux bien exécutés.

Serrurerie.

*Relativement à la SERRURERIE :*

A M. Olive, à Escarbotin (Somme), et à Paris, rue de la Tixeranderie, n<sup>o</sup>. 15,

Rappel d'une *Médaille d'argent*, décernée en 1806, et *Mention honorable*, pour serrures, verroux, cadenas, fabriqués en grand, et généralement estimés ;

A M. Rivery-le-Joille, à Woincourt (Somme),

*Médaille d'argent*, pour assortiment de pièces de serrurerie, ainsi que pour cylindres cannelés, etc. (Voyez *CARDÈS*) ;

A M. Georget, à Paris, rue de Castiglione, n<sup>o</sup>. 6,

*Idem*, pour serrures à combinaisons, et autres objets, parmi lesquels on distingue un très-beau coffre de fer ciselé ;

A M. Huret, ingénieur-mécanicien du Garde-

Meuble, rue des Grands-Augustins, n<sup>o</sup>. 5, à Paris,

*Idem*, pour fermetures à combinaisons et à garnitures mobiles, ainsi que pour serrures de portefeuilles, et pour l'invention d'un compas propre à tracer des spirales ou volutes ;

A M. Regnier, ingénieur-mécanicien, rue du Colombier, n<sup>o</sup>. 30, à Paris,

*Mention honorable*, pour serrures et cadenas à combinaisons, etc. ;

A M. River aîné, à Paris, rue Porte-Foin, au Marais,

*Idem*, pour serrures nouvelles, de son invention.

*Nota.* En vertu de l'Ordonnance royale du 9 avril 1819 (Voyez *FER*), le Jury a mentionné honorablement :

M. Pierre-François Grandjean, de Vienne (Isère),

Comme serrurier ;

M. Blanchon aîné, de Saint-Hilaire-sur-Rille (Orne), serrurier,

Pour avoir perfectionné le métier à lacets et être cause de la prospérité de cette industrie dans le département ;

M. Delfau dit Lamotte, de Montauban (Tarn et Garonne), serrurier-mécanicien,

Pour améliorations et perfectionnements qu'il a apportés dans la construction de diverses machines.

*Relativement à la COUTELLERIE :*

Coutellerie.

A M. Sir-Henry, coutelier de la Faculté de Médecine, place de l'École de Médecine, n<sup>o</sup>. 6, à Paris,



A M. Graingeret, rue des Saints-Pères, n<sup>o</sup>. 45, à Paris,

A M. Sénéchal, rue des Arcis, n<sup>o</sup>. 29, à Paris,  
*Mention honorable*, pour l'excellence de leur coutellerie à l'usage de la chirurgie;

A M. Pein, à Châlons-sur-Marne,  
*Idem*, pour ciseaux d'un prix modique, fabriqués au moyen du découpoir et du balancier;

A la Fabrique de Thiers, (Puy-de-Dôme),  
A la Fabrique de coutellerie fine de Paris,  
A la Fabrique de Châtellerault (Vienne),  
A la Fabrique de Langres (Haute-Marne),  
*Idem*, comme soutenant toujours leur réputation, déjà constatée par le Jury de 1806;

A M. Gavet, rue St.-Honoré, n<sup>o</sup>. 138, à Paris,  
A M. Gillet, rue de Charenton, n<sup>o</sup>. 41, à Paris,  
*Idem*, comme ayant été cités par le Jury de 1806, et ayant, de plus en plus, mérité cette distinction;

A MM. Coulaux frères, de Klingenthal, etc. (Bas-Rhin) (Voyez *FER, SCIES, OUTILS DIVERS et ARMES BLANCHES*),

A Madame veuve Charles, de Paris, rue du Petit-Lion-Saint-Sauveur, n<sup>o</sup>. 20,

A Madame de Grand-Gurjey, de Marseille (Voyez *ARMES BLANCHES*),

A M. Frestel, de Saint-Lô (Manche),

A M. Néel, idem,

A M. Gouvé, de Caen (Calvados),

A M. Jullien, de Bourges (Cher),

A M. Dégrand, de Marseille,

A M. Pradier, de Versailles,

A M. Bost-Monbrun, de St.-Remi (Puy-de-Dôme),

*Idem*, pour coutellerie fine et commune.

*Relativement aux OUTILS DIVERS et à la GROSSE* Outils divers  
et grosse  
quin-  
caillerie.  
*QUINCAILLERIE:*

A MM. Coulaux frères, à Molsheim, etc. (Bas-Rhin),

Rappel d'une *Médaille d'or*, décernée ailleurs (Voyez *FER, SCIES, ARMES BLANCHES et COUTELLERIE*), et *Mention honorable*, pour outils de tout genre, tels que scies, tenailles, ciseaux et gouges, marteaux, emporte-pièces, etc.; et pour divers autres objets, tels que serrures, fermoirs, pelles et pincettes, compas, moulins à café, patins, etc.;

A MM. Jappy frères, à Beaucourt (Haut-Rhin),

Rappel d'une *Médaille d'or*, décernée pour horlogerie, et *Mention honorable*, pour un grand nombre d'articles de quincaillerie, fabriqués par machines, tels que vis à bois, gonds, pistons, boulons, poulies, boucles de sellerie, cadenas, etc.;

A M. D'Herbecourt, de Paris, rue du Monceau, n<sup>o</sup>. 6, à l'Orme Saint-Gervais,

*Médaille d'argent*, pour assortimens d'outils à l'usage des charrons, des charpentiers, des menuisiers, des ébénistes, des touneliers, des sabotiers, des jardiniers, etc.;

A M. Deharme, mécanicien, cour des Petites-Écuries, rue du Faubourg Saint-Denis, n<sup>o</sup>. 67,

*Mention honorable*, pour assortiment nombreux d'objets de quincaillerie, fabriqués avec le plus grand soin.

*Relativement aux ARMES BLANCHES:*

A MM. Coulaux frères, de Klingenthal, etc. (Bas-Rhin),

Rappel d'une *Médaille d'or*, décernée en 1806, pour armes blanches de la plus belle exécution (Voyez *FER, SCIES, OUTILS DIVERS et COUTELLERIE*);

A MM. Boggio (Marcellin), à Saint-Étienne (Loire),

Armes  
blanches.

*Médaille de bronze*, pour lames de fleuret, d'une fabrication satisfaisante;

A Madame de Grand - Gurjey, à Marseille (Voyez *COUTELLERIE*),

*Mention honorable*, pour armes blanches en damas, bien exécutées.

Armes à feu.

*Relativement aux ARMES À FEU :*

A la Manufacture royale de Tulle (Corrèze),  
*Mention honorable*, pour fusils de munition, et platines de mousqueton et de fusil;

A M. Lepage, à Paris, rue de Richelieu, n<sup>o</sup>. 13,  
*Idem*, pour fusils à quatre coups et à deux coups, garnis en platine;

A M. Prélat, à Paris, rue de la Paix, n<sup>o</sup>. 26,  
*Idem*, pour fusils à percussion ou à foudre;

A M. Roux (Henri), à Paris, boulevard Montmartre, n<sup>o</sup>. 10,

*Idem*, pour fusils de chasse et pistolets à percussion;

A M. Cessier, à Saint-Étienne (Loire),

*Idem*, pour fusils et pistolets avec leurs nécessaires;

A M. Delainotte, à Saint-Étienne (Loire),

*Idem*, pour un fusil d'une belle exécution.

Platine.

*Relativement au PLATINE :*

A MM. Cuoq et Couturier, rue de Richelieu, n<sup>o</sup>. 107, à Paris,

*Médaille d'argent*, pour vases, capsules, creusets, cafetières et médailles, fabriqués avec du platine qu'ils font préparer en grand par M. Bréant; pour feuilles de platine, aussi minces que les feuilles d'or; et notamment pour un grand vase de platine, fabriqué en une seule pièce, lequel peut contenir 200 litres, ainsi que pour un vase de cuivre plaqué ou doublé en platine, le tout parfaitement exécuté;

A MM. Jeannety fils et Chatenay, rue du Colombier, n<sup>o</sup>. 21, à Paris,

*Idem*, pour vaisselle et bijoux, très-bien fabriqués avec du platine qu'ils préparent eux-mêmes, et notamment pour de grandes règles en platine, qui sont destinées à transmettre à la Société royale de Londres et à l'Académie des Sciences de Pétersbourg les étalons des mesures françaises;

A M. Michaud-Labonté, rue Neuve-Saint-Eustache, n<sup>o</sup>. 4, à Paris,

*Médaille de bronze*, pour capsules, casseroles et autres vases plaqués ou doublés en platine, par un procédé qu'il a le premier exécuté sur de grands vases de cuivre.

*Nota.* En vertu de l'Ordonnance royale du 9 avril 1819 (Voyez *FER*), le Jury a décerné

A M. Bréant, vérificateur des essais à la Monnaie de Paris,

Une *Médaille d'argent*, pour avoir purifié en grand le platine et l'avoir rendu complètement malléable.

*Relativement à L'ORFÈVREURIE et à L'ARGENTERIE :*

Orfèvrerie  
et  
Argenterie.

A M. Odier, orfèvre, rue de l'Évêque, n<sup>o</sup>. 1, à Paris,

Rappel d'une *Médaille d'or*, décernée en 1806, et *Mention honorable*, pour un grand service en vermeil, un déjeuner et un encrier, objets exécutés avec une rare perfection;

A M. Biennais, orfèvre, rue Saint-Honoré, n<sup>o</sup>. 283, à Paris,

*Idem*, pour un vase d'argent, orné de bas-reliefs en vermeil, ouvrage parfait;

A M. Cahier, orfèvre, quai des Orfèvres, n<sup>o</sup>. 58, à Paris,

*Médaille d'or*, pour une fontaine et un déjeuner en ar-

gent et en vermeil, ouvrages bien ciselés et montés avec un grand soin, ainsi que pour un bas-relief d'argent, exécuté en repoussé, lequel représente la GÈNE, et pour diverses pièces d'argenterie, le tout de la plus belle exécution,

Plaqué d'or  
et  
d'argent.

*Relativement au PLAQUÉ D'OR et D'ARGENT:*

A MM. Levrat et Compagnie, rue de Popincourt, n<sup>o</sup>. 66, à Paris,

*Médaille d'argent*, pour vaisselle de table, casseroles, plats, soupières, flambeaux, réchauds, etc., ouvrages plaqués au vingtième de leur poids, et d'un prix modéré;

A M. Pillioud, rue des Juifs, n<sup>o</sup>. 11, à Paris,

*Médaille de bronze*, pour vaisselle d'argent et autres objets plaqués avec beaucoup de soin, ouvrages dans lesquels la soudure en argent est la seule qui soit employée, comme étant préférable à la soudure ancienne, sous le rapport de la solidité;

A M. Cristophe, rue des Enfans-Rouges, n<sup>o</sup>. 7, à Paris,

*Idem*, pour échantillon d'un plaqué exécuté à froid, qui paraît plus solide que le plaqué fait à chaud, et pour boutons en métal, d'un travail soigné;

A M. Tourrot, rue Sainte-Avoye, n<sup>o</sup>. 47, à Paris,

*Mention honorable*, pour vaisselle et pour objets destinés à l'ornement des églises, ouvrages emboutis au tour;

A M. Chatelain et Compagnie, Faubourg du Temple, n<sup>o</sup>. 91, à Paris,

*Idem*, pour casques, cuirasses, et ustensiles de table, le tout plaqué avec soin.

SUR

## LES ENGRENAGES;

PAR M. CLAPEYRON,

Élève ingénieur au Corps royal des Mines.

Le but que je me suis proposé, dans mes recherches à ce sujet, a été de déterminer la forme à donner aux dents d'engrenage pour rendre nul le frottement qu'elles exercent les unes sur les autres dans les machines ordinaires, inconvénient d'où résulte une perte de forces vives, inutilement employées à user les dents.

Il serait un peu long d'exposer la méthode analytique qui m'a conduit au résultat que j'expose; une démonstration synthétique me conduira plus rapidement au but.

Soient, Pl. II, *fig. (1)*, A, C, B, D, les foyers de deux ellipses égales, placées l'une à côté de l'autre, de manière à ce qu'elles se touchent par l'extrémité de leur grand axe en *m*.

Supposons que l'une des ellipses AC étant fixe, l'autre BD roule sur la première. Si je démontre que l'épicycloïde décrite par le foyer B de l'ellipse mobile est un cercle, ayant le foyer A pour centre et la distance AB pour rayon, il s'ensuivra que, si l'on suppose les points A et B fixes dans les deux ellipses, et qu'on les rende

mobiles, la première autour du point A, la seconde autour du point B, l'ellipse BD communiquera son mouvement à l'ellipse AC sans qu'il y ait aucun frottement exercé sur les surfaces de contact.

Or, soit D'B' une position quelconque de l'ellipse BD dans le mouvement que nous lui avons supposé autour de l'ellipse AC, supposée fixe, je dis que la distance  $AB' = AB$ .

En effet, l'ellipse mobile ayant roulé sur l'ellipse fixe  $RS = Rm$  et par conséquent  $RB' = RC$ , puisque les ellipses sont égales, par la même raison, les angles des rayons vecteurs B'R et CR avec la tangente commune Pq seront égaux; et comme dans une ellipse les angles PRA et CRq sont égaux, il s'ensuit que  $PRA = B'Rq$ , conséquemment les points A, R, B' sont en ligne droite, et comme  $AR + RB = AR + RC = AB$ , il s'ensuit que  $AB' = AB$ , ce qu'il fallait démontrer.

Il est facile de conclure de là, que si l'on veut faire communiquer le mouvement d'une roue à une roue extérieure, sans frottement, il faudra les armer de dents terminées par des arcs égaux d'ellipses égales ayant pour grand axe la distance des centres et un petit axe arbitraire.

Je vais maintenant démontrer que pour communiquer le mouvement d'une roue à une roue intérieure, la forme des dents doit être hyperbolique; il suffira pour cela de démontrer pour les hyperboles une proposition analogue à celle que nous venons de démontrer pour les ellipses. C'est que si deux branches d'hyperboles égales A et B se touchent par leur sommet *m*, fig. (2),

qu'on suppose l'une d'elles B fixe et qu'on fasse rouler la seconde (A) sur la première (B), la courbe décrite par le foyer R de l'hyperbole mobile sera un cercle ayant son centre au foyer T de l'hyperbole fixe. Soit en effet *z* la position primitive du foyer de l'hyperbole mobile, soit A' une de ses positions quelconques, comme les hyperboles sont égales et ont roulé l'une sur l'autre, on en conclura également que  $qR = Pq$ , et que les points T, R, q, sont en lignes droites, par conséquent  $RT = qT - Pq = \text{constante}$ , puisque la courbe (B) est une hyperbole.

L'épicycloïde décrite par le point R étant un cercle ayant son centre en T, il en résulte évidemment que si on suppose l'hyperbole (A) mobile autour de son foyer *z*, et l'hyperbole (B) mobile autour de son foyer T, en faisant tourner la première (A) autour du foyer *z*, elle fera tourner la seconde (B) autour du foyer T, sans qu'il y ait de frottement. On voit donc que pour communiquer le mouvement d'une roue à une roue intérieure, il faut armer leur circonférence de dents terminées par des arcs égaux d'hyperboles égales ayant pour grand axe la distance des centres.

Dans le cas où la roue extérieure aurait un rayon infini, les arcs hyperboliques deviendraient paraboliques et la roue extérieure deviendrait une tige douée d'un mouvement de translation.

Il suit de là (et on pourrait le démontrer directement), que pour communiquer le mouvement d'une roue à une tige, il faut armer leur surface de dents paraboliques.

*Des engrenages coniques.*

Soient AC et AB, *fig.* (3), les axes de deux cônes ayant leur sommet commun en A, et mobiles chacun autour de leur axe; on veut communiquer le mouvement de l'un à l'autre au moyen de dents d'engrenage: quelle est la forme à donner aux surfaces de ces dents pour rendre nul le frottement qu'elles exercent les unes contre les autres dans les roues ordinaires?

Les dents doivent avoir la forme d'un cône ayant son sommet en A et ayant pour base une courbe analogue à l'ellipse tracée sur une sphère ayant aussi son centre en A.

Avant de passer à la démonstration, nous allons déterminer la nature de cette courbe et établir une propriété qu'elle partage avec l'ellipse et dont nous tirerons parti.

Soit A, *fig.* (4), le centre d'une sphère, B et C, deux points quelconques pris sur sa surface.

La courbe EmnD est déterminée de manière à ce que, si par un point quelconque m de cette courbe on mène un rayon au centre A, et qu'on joigne également les points B et C au point A, la somme des angles mAB et mAC soit constante; alors il est facile de voir que la somme des arcs de grands cercles Bm et mC, qui mesure ces angles, est constante, d'où résulte un moyen mécanique de décrire cette courbe; il suffit pour cela de fixer les deux extrémités d'un fil lâche en deux points B et C et de le tendre au moyen d'une pointe sur la surface de la sphère, alors le fil se courbera naturellement suivant

deux arcs de grands cercles Bm et mC, et la pointe décrira la courbe dont je parle.

D'après cela, soient m et n, deux points infiniment voisins qui déterminent la direction de la tangente Pq. Je dis que dans cette courbe ainsi que dans l'ellipse, les angles formés par la tangente mn et les deux rayons vecteurs qui correspondent au point de contact, sont égaux en effet, soient menés les rayons vecteurs curvilignes correspondans aux deux points m et n, et de ces deux points abaissons des arcs infiniment petits mR en ms perpendiculaires aux rayons vecteurs RB et nC. Les points m et n étant infiniment voisins, les constructions que nous venons de faire détermineront dans l'élément du plan tangent en m et n deux triangles rectangles nRm et nsm, qui sont égaux, comme ayant un angle droit égal, un côté nm commun et le côté nR = ns. En effet, nR est la variation infiniment petite de l'arc de grand cercle mB que je nomme z, ns est également celle de l'arc de grand cercle mC que je nomme z'; or, comme z + z' = constante, d'où dz = - dz', il s'ensuit que les deux variations nR et nS sont égales numériquement, d'où l'on conclut que les deux triangles infiniment petits sont égaux, donc les angles mnR et mnC sont égaux; or, comme les points m et n coïncident, il s'ensuit que les angles Cnq et Cm q coïncident ainsi que les angles PnB et PmB, donc la tangente Pq forme des angles égaux avec les rayons vecteurs qui correspondent au point de contact.

D'après cette propriété, il est aisé de voir que

si l'on imagine deux de ces courbes égales disposées sur la surface d'une sphère de manière à ce qu'elles se touchent par le sommet de leur grand axe, si l'on fait rouler l'une de ces courbes sur l'autre supposée fixe sans que la courbe mobile sorte de la surface de la sphère, si  $D, C, A, B$ , *fig. (5)*, représentent les foyers de ces courbes, le foyer  $A$  restera à une distance constante du point  $D$ , comptée sur un grand cercle; et par conséquent, que le rayon de sphère passant par le point  $A$ , décrira un cône droit autour du rayon passant par le foyer  $D$ .

La démonstration étant absolument la même que celle que j'ai donnée pour l'ellipse, je me dispenserai de la répéter.

On peut également décrire sur la surface de la sphère des courbes analogues aux hyperboles. On démontrerait également, pour ces nouvelles courbes, que la tangente partage en deux parties égales l'angle que font entre eux les rayons vecteurs, qui correspondent au point de contact.

On conclura de là, par une suite de raisonnemens analogues à ceux que j'ai faits pour les hyperboles planes, que si l'on trace sur la surface d'une sphère deux des courbes dont je parle (1) et (2), se touchant par leur sommet et servant de base à deux cônes ayant leur sommet au centre de la sphère, si ce sommet des deux cônes, restant toujours le même, on fait rouler le cône (2), *fig. (6)*, sur le cône (1), la ligne qui passe par le sommet et par le foyer  $F$  de la courbe mobile, décrira autour du rayon qui passe par

le foyer  $F'$  de la courbe fixe, un cône droit, ayant ce rayon pour axe.

Il résulte de là, que lorsque l'on veut communiquer le mouvement d'une roue à une autre, qui a avec la première une tangente commune, mais qui n'est pas dans le même plan, il faut armer leur surface de dents terminées par des portions de surface conique, ayant pour sommet le point où se rencontrent les axes des roues, et pour base des courbes analogues à l'ellipse ou à l'hyperbole, et tracées sur la surface de la sphère qui passe par les deux cercles donnés; analogues à l'ellipse dans le cas où les deux roues sont extérieures, analogues à l'hyperbole dans le cas où elles sont intérieures l'une à l'autre.

On voit, d'après ce qui précède, que le grand axe, soit de l'ellipse, soit de l'hyperbole, est déterminé quand on connaît la distance des centres; mais le contour des dents ne doit être formé que d'une portion de ces courbes: le choix de cet arc dépend du rapport que l'on veut établir entre la puissance et la résistance.

Ainsi, soient  $A$  et  $B$ , *fig. (7)*, les centres de deux roues dont la première est la roue motrice,  $CE$  et  $DE$ , les portions égales d'ellipse qui doivent déterminer les dents, il est évident que le rapport de la puissance à la résistance, sera le rapport inverse des angles  $CAE$  et  $DBE$ ; mais les roues devant avoir un nombre déterminé de dents, les angles  $CAE$  et  $DBE$  seront contenus un nombre exact de fois dans la circonférence. Cette condition détermine leur grandeur. La question se réduit donc à déterminer, sur une ellipse  $DE$ , deux points  $D$  et  $F$ , tels que les angles

DBE et CAE ou son égal DFE, formés par les rayons vecteurs qui y correspondent, soient égaux à des angles donnés.

Pour résoudre ce problème, nous allons démontrer pour l'ellipse dont il s'agit, une propriété que nous mettrons à profit.

Soit  $BD = z$ ,  $DF = z'$ ,  $DBF = u$ ,  $DFM = u'$ , soit  $m$  un point infiniment voisin du point D. Si de ces deux points on abaisse les perpendiculaires DP et  $mn$  sur les rayons vecteurs DF et  $mB$ , les triangles  $DPm$  et  $Dnm$  qui résulteront de cette construction, seront égaux, et on aura :

$$Dp = mn, \text{ ou } z du = z' du', \text{ d'où } \frac{du}{z'} = \frac{du'}{z}$$

et comme  $\frac{z'}{z} = \frac{\sin. u}{\sin. u'}$ , il en résulte,

$$(1) \frac{du}{\sin. u} = \frac{du'}{\sin. u'}$$

Intégrons cette équation; il faut pour cela faire les transformations suivantes :

$$\frac{du}{\sin. u} = \frac{2 \left( \sin.^2 \left( \frac{u}{2} \right) + \cos.^2 \left( \frac{u}{2} \right) \right) d \left( \frac{u}{2} \right)}{2 \sin. \left( \frac{u}{2} \right) \cos. \left( \frac{u}{2} \right)}$$

$$\text{d'où } \int \frac{du}{\sin. u} = 2 \int \frac{\sin. \left( \frac{u}{2} \right) d \left( \frac{u}{2} \right)}{2 \cos. \left( \frac{u}{2} \right)}$$

$$+ 2 \int \frac{\cos. \frac{u}{2} d \left( \frac{u}{2} \right)}{2 \sin. \frac{u}{2}} + \text{cons.}$$

$$= - \log. \cos. \frac{u}{2} + \log. \sin. \frac{u}{2} = \log. \text{tang. } \frac{u}{2}$$

+ cons.

Intégrant de même le second membre de l'équation (1), il vient :

$$\log. \text{tang. } \frac{u}{2} = \log. \text{tang. } \frac{u'}{2} + \text{cons.}, \text{ d'où}$$

$$\log. \left( \frac{\text{tang. } \frac{u}{2}}{\text{tang. } \frac{u'}{2}} \right) = \text{cons.},$$

$$\text{et enfin (2) } \frac{\text{tang. } \left( \frac{u}{2} \right)}{\text{tang. } \frac{u'}{2}} = \text{cons.}$$

Ce qui démontre pour l'ellipse cette nouvelle propriété que le rapport des tangentes de la moitié des angles EBM et EFM que forment deux rayons vecteurs EB et EF avec l'axe BM, est constant, la valeur de cette constante se dé-

duit facilement de la connaissance des axes de la courbe.

D'après cela, soient  $v$  et  $v'$  les angles EBM et

EFM, on aura de même (3) 
$$\frac{\text{tang.} \left(\frac{v}{2}\right)}{\text{tang.} \left(\frac{v'}{2}\right)} = \text{cons.}$$

Si donc on veut déterminer les angles  $u, u', v, v'$  de manière à ce que les angles DBE et DFE soient égaux à des quantités données  $m$  et  $n$ , il faudra joindre aux équations (2) et (3) les deux autres :

$$u - v = m \text{ et } u' - v' = n.$$

On est conduit par l'élimination à des équations du second degré dont on tire les valeurs des tangentes des angles  $u, v, u'$  et  $v'$ ; mais cette méthode est peu praticable, parce qu'elle exige des calculs assez longs. La construction géométrique que je vais donner sera sans doute préférée.

Soit M, *fig.* (8), un point quelconque d'une ellipse, dont F et F' sont les foyers. Si par ces points on mène deux lignes FN et F'N, de manière à partager en deux parties égales les angles MFP et MF'P, elles se rencontreront en un point N. Si par ce point on abaisse une perpendicu-

laire NP sur le grand axe prolongé ou non  $\frac{NP}{F'P}$

et  $\frac{NP}{FP}$ , seront les tangentes des angles NFP et

NF'P, et comme nous avons démontré que le rapport de ces tangentes est constant, il s'ensuit que le rapport des lignes EP et F'P, est aussi constant. Le pied P de la perpendiculaire abaissée du point N ayant une position indépendante de celle du point M, il s'ensuit que le lieu des intersections des lignes qui partagent en deux parties égales les angles formés par les rayons vecteurs et le grand axe, est une ligne droite perpendiculaire à cet axe.

Et réciproquement, si on trace deux lignes NP et EP à angle droit, si on prend sur l'une d'elles deux points F et F', si on joint un point N de la ligne NP aux points F et F' et que par ces points on mène des droites FM et F'M de manière à doubler les angles NFP et NF'P, le lieu M de l'intersection de ces lignes sera une ellipse ayant les points F et F' pour foyers.

Si on effectue la même construction pour un autre point Q on aura un autre point R de l'ellipse, et il est aisé de voir que les angles RFM et RF'M seront doubles des angles QFN et QF'N.

Supposons d'après cela que l'on veuille construire un système de roues propre à faire varier la force motrice dans un rapport donné, nous avons vu comment on déduira de cette condition la valeur des angles RFM et RF'M que doivent



sous-tendre les arcs d'ellipse qui terminent les dents. On prendra sur la ligne QP deux points Q et N sur lesquels on construira deux segments de cercle, capables l'un de la moitié de l'angle RFM, l'autre de la moitié de l'angle RF'M. On coupera ces deux cercles par une ligne FP perpendiculaire à la première; on joindra les points d'intersection F et F' aux points Q et N; on formera ainsi deux angles QFN et QF'N égaux à la moitié des angles donnés. Si alors on double les angles NF'P, QF'P, NFP, QFP, ces lignes résultant de cette construction se couperont, deux à deux, en deux points R et M qui seront les extrémités des arcs d'ellipse qui forment les dents. La distance des centres sera égale à  $FR + RF' = FM + MF'$ .

La même question se résoudrait aussi également pour les roues à dents hyperboliques et paraboliques. Quant aux roues d'angle, la solution du même problème exige les secours de la géométrie descriptive, et on y parvient par des procédés analogues à ceux que j'ai indiqués pour les roues ordinaires.

Si l'on veut appliquer les principes que je viens de donner à la construction des roues d'engrenage, on est arrêté par plusieurs difficultés. En effet, soient A et B, *fig. (9)*, les centres de deux roues, d'après ce qui a été démontré plus haut, le point de contact des roues se trouvera constamment sur la ligne des centres, en sorte que l'extrémité D d'une dent doit se trouver avec l'origine c d'une autre dent cF. Il résulterait de là, pour chaque dent, une forme beaucoup trop allongée, qui compromettrait leur solidité.

Ce motif, joint à la nécessité de disposer les dents de manière à ce que le mouvement puisse se faire indifféremment dans un sens ou dans un autre, m'a fait penser qu'il fallait partager l'épaisseur de la roue en deux parties égales, et armer chacune d'elles de dents de la forme EDGH, de manière, toutefois, à ce que dans la rangée inférieure, l'origine c d'une dent cF, correspondît à l'extrémité D d'une dent ED de la rangée supérieure.

Un système de dents de ce genre pourrait, je pense, suffire dans beaucoup de cas; mais si les pressions que les dents ont à supporter étaient trop considérables, il serait à craindre que les extrémités pointues ne se déformassent; il s'établirait alors des frottemens et le mal empirerait. Peut-être alors faudrait-il altérer un peu la forme des extrémités des dents, de manière à les terminer par des parties obtuses, ou bien il faudrait ajouter un autre système de dents, placé par rapport au premier, de manière à permettre de remplacer les angles (D, F, H,) (E, c, G,) par des parties obtuses; les dents auraient alors la forme EDFL, et l'une serait séparée de l'autre d'une quantité égale à LM, en sorte que la forme de l'une des tranches de la roue serait EDFLM, et on placerait quatre tranchées égales à celles-ci, les unes au-dessous des autres, de manière que projetées sur un plan perpendiculaire à l'axe, elles présentassent la figure (9) FD.

Comparons maintenant une roue construite, ainsi que je le propose, à une roue telle qu'on les construit ordinairement; dans celles-ci, la

gorge ou l'origine de la dent étant étranglée, comme on le voit, *fig.* (10), puisqu'elle est formée de deux plans diamétraux, la rupture tend à se faire à l'origine de la dent en *ab*, et par conséquent, la force qui tend à rompre, agit au bout d'un levier égal à la distance du point *a* au point où la courbe *cd* touche l'autre roue.

Inconvénient que l'on ne peut reprocher aux dents que je propose, puisque celles-ci vont en s'élargissant de la circonférence au centre.

D'ailleurs (indépendamment de ce qui précède), à nombre égal de dents, celles que je propose étant réparties sur quatre anneaux concentriques, ont une base environ quatre fois plus large, et par conséquent, à épaisseur égale, doivent opposer à la rupture une résistance quatre fois plus grande, et une résistance égale, pour une largeur quatre fois plus petite. D'où l'on pourrait conclure que les engrenages que je propose, quoiqu'exigeant quatre rangées de dents, ne coûteraient pas davantage que ceux que l'on emploie ordinairement; mais quand cela ne serait pas, une légère augmentation dans la dépense première serait, je crois, rachetée par l'avantage de ne rien perdre de la force motrice, et par le long service qu'elles permettent, puisque n'étant soumises à aucun frottement et à aucun choc, elles ne doivent pas plus s'user qu'un cylindre pesant n'userait un plan fixe sur lequel il roulerait.

Dans la théorie des engrenages, que l'on donne dans les cours de mécanique, on détermine la courbure des dents par la condition que l'effort à exercer par le moteur soit constant, ou

que pour une vitesse constante de la roue motrice, la vitesse de la roue mue fût aussi constante; ces deux conditions rentrent l'une dans l'autre, en vertu du principe des vitesses virtuelles. Or, on démontre aisément que pour que ces conditions soient remplies, le point de contact des deux dents, dont l'une pousse l'autre, doit avoir lieu hors de la ligne des centres, tandis que la condition à remplir, pour que le frottement soit nul, est que le point de contact se trouve constamment sur la ligne des centres. Ces deux conditions s'excluent donc l'une sur l'autre; mais, quelle est la plus importante des deux?

Or, le principe unique qui doit guider dans la construction des machines, principe qui renferme tous les autres, est qu'il n'y ait dans les communications de mouvement, aucune perte de forces vives: or, la mécanique nous apprend que la somme des forces vives reste constante, tant qu'il n'y a ni chocs, ni frottemens. Quelles que soient d'ailleurs les variations de la vitesse, j'ai donc dû m'attacher à faire disparaître les chocs et les frottemens, et je crois avoir atteint ce but en ce qui concerne les engrenages.

Ainsi, soit *BC*, *fig.* (11), une dent d'une roue motrice ayant son centre en *A*, soit *B'* le centre de la roue, mise en mouvement, la force motrice agit au bout d'un levier qui varie depuis *AB* jusqu'à *AC*, et la résistance au bout d'un levier qui varie depuis *B'F* jusqu'à *B'C*; donc, si la vitesse angulaire de la roue *A* reste à-peu-près constante, la vitesse de roue *B'* ira en augmentant, jusqu'à ce que l'extrémité de la courbe *BC*

coïncide avec l'origine de la courbe FC. Cette augmentation de vitesse de la roue B'n'a pu avoir lieu sans une perte de force vive de la part du moteur ; mais dans l'instant suivant, la roue B', en vertu de l'excès de vitesse qu'elle a acquise, presse, par un des points de la courbe CG sur le point correspondant de la courbe CH, jusqu'à ce qu'elle ait rendu au moteur toute la force vive qu'elle lui avait empruntée.

---

## EXAMEN

DU

### FER FORGÉ PAR LES NÈGRES

### DU FOUTA DIALLO

(HAUT-SÉNÉGAL),

ET

DES MINÉRAIS DESQUELS ILS LE RETIRENT;

PAR M. P. BERTHIER,

INGÉNIEUR AU CORPS ROYAL DES MINES (1).

---

LES échantillons de fer et de minerai qui ont été examinés, ont été rapportés par M. Mollien, qui les a recueillis lui-même sur les lieux, et ils ont été remis au laboratoire de l'École royale des Mines, par M. Brongniart.

Il y avait deux échantillons de fer ; l'un, grossièrement martelé, paraissait provenir d'un maseau ; l'autre était étiré en barre méplate de quelques centimètres de largeur et de quelques millimètres d'épaisseur.

Le fragment de maseau était très-poreux et rempli de gerçures, et néanmoins fort te-

---

(1) Extrait du *Voyage dans l'intérieur de l'Afrique*, fait en 1818, par G. Mollien.

nace; c'est avec peine qu'on a pu en détacher 5 grammes pour en faire l'analyse; on y a trouvé :

Scorie inattaquable par les acides. . .	0,034
Chaux et alumine dissoutes. . . . .	0,030
	<hr/>
	0,064

et on n'y a aperçu aucune trace de chrome, de manganèse, ni d'acide phosphorique.

Le morceau de fer en barre a été soumis à diverses épreuves : on l'a coupé à la tranche, dans la moitié de son épaisseur, et on l'a rompu ensuite; il a montré un grain peu nerveux, mais serré et propre au fer de très-bonne qualité; on l'a forgé, étiré en verge mince, replié et soudé sur lui-même, et il s'est prêté à toutes ces manipulations sans laisser voir le moindre défaut; on l'a battu et réduit en feuille très-mince, et il ne s'est nullement gercé; on l'a passé à la filière et on a obtenu un fil fin, très-ductile et très-beau : enfin, après avoir trempé un petit barreau, on a essayé de le courber en anneau : il a pris assez facilement cette forme, mais on a remarqué qu'il s'était manifesté quelques gercures au sommet de la courbe, et on a observé que la partie gercée était plus dure que le reste : la même inégalité de dureté a été observée à l'aide de la lime sur d'autres barreaux trempés; on a reconnu que cette inégalité était due à un mélange de grains aciéreux. Quoi qu'il en soit, M. Parisot, chef de bataillon d'artillerie, qui a bien voulu diriger et surveiller ces essais, a jugé que ce fer était d'excellente qualité et tout-à-fait semblable à nos fers du département de l'Ariège, qui sont fabriqués par la

méthode catalane, et dans lesquels il y a toujours aussi des grains et des veinules d'acier.

Les minerais sont très-variés; on n'en trouve pas deux échantillons de même richesse; on ne peut pas savoir si l'ensemble de ceux qui ont été apportés en France représente exactement la masse qui est traitée par les nègres : il est probable que celle-ci est fort riche, parce que le procédé qu'on suit pour en extraire le fer (procédé qui paraît avoir beaucoup d'analogie avec la méthode dite catalane), doit produire des scories très-chargées de métal. On en a examiné deux variétés :

La première, d'un rouge brun nuancé de brun presque noir et de quelques veinules d'un blanc jaunâtre, était en morceaux de formes irrégulièrement arrondies, un peu luisans à l'extérieur, mais mats dans leur cassure, et renfermant quelques cavités arrondies. Sa poussière était d'un rouge brun nuancé de jaunâtre; elle était pesante : par la calcination elle a perdu de l'eau et elle a pris une nuance plus rouge et plus foncée. L'acide muriatique l'a dissoute sans effervescence, et en laissant un résidu incolore et peu volumineux composé de silice et d'alumine : la dissolution contenait une assez grande quantité d'alumine, ce qui n'a jamais lieu avec les minerais dits d'alluvion d'Europe : on l'a trouvée composée de :

Tritoxide de fer. . . . .	0,772
Alumine et un peu de chaux. . .	0,082
Silice. . . . .	0,028
Eau. . . . .	0,114
Chrome. . . . .	trace très-sensible.

---

0,996

I 2

Elle ne contenait point d'acide phosphorique et pas la moindre trace d'oxide de manganèse.

Ce minerai n'a pas fondu sans addition; mais en y ajoutant 0,10 de silice pure et 0,075 de chaux, il a bien fondu, et il a donné une scorie grise faiblement translucide et un culot de fonte avec quelques grenailles, pesant ensemble 0,59; la fonte était très-grise et demi-ductile: elle s'aplatissait sous le marteau avant de se rompre.

La seconde variété de minerai avait le même aspect à-peu-près que la première, mais elle était plus homogène et sa couleur, d'un rouge plus clair, moins nuancée de jaune: sa légèreté la rendait remarquable, et c'est ce qui a décidé à en faire l'analyse; sa pesanteur spécifique n'a été trouvée que de 2,25. Elle a perdu par la calcination 0,247 de son poids, et cette perte est due à de l'eau pure: on s'en est assuré en en distillant une partie dans une cornue de verre à une chaleur rouge: sa couleur n'a pas changé sensiblement par cette opération, seulement elle est devenue d'un rouge un peu plus foncé, ce qui prouve que l'oxide de fer qu'elle renferme ne s'y trouve pas, au moins en totalité, à l'état d'hydrate. Traité par l'acide nitrique bouillant, cet acide a dissous beaucoup d'alumine et un peu d'oxide de fer. L'acide muriatique a produit l'effet contraire, et a dissous tout l'oxide de fer, et une partie de l'alumine. Si l'action de ce dernier acide était peu prolongée, il restait un résidu blanc qui pesait 0,15 à 0,16; mais si on le faisait bouillir sur le minerai pendant plusieurs heures, il dissolvait presque toute l'alumine, et le résidu insoluble calciné ne pesait que 0,05 à 0,06. Ce résidu était composé de silice et d'alu-

mine qu'on n'a pu séparer complètement que par la potasse, et qui paraissaient être unies à l'état d'argile. L'analyse complète a donné

Tritoxide de fer. . . . .	0,336
Alumine. . . . .	0,400
Silice. . . . .	0,020
Oxide de chrome. . . . .	trace
Oxide de manganèse. . . . .	point
Eau. . . . .	0,247
	<hr/>
	1,003

On pouvait croire que l'alumine se trouvait dans ce minerai comme dans la vavellite combinée avec l'acide phosphorique et avec l'acide fluorique; mais on n'a pu y découvrir le moindre indice de l'un ni de l'autre de ces acides; on s'est assuré aussi que le minerai ne contenait ni acide sulfurique, ni glucine, et en traitant l'alumine qu'on en a extraite par l'acide sulfurique et le sulfate d'ammoniaque, on l'a convertie entièrement en beaux cristaux octaèdres d'alun.

Il paraît indubitable, d'après cela, que cette variété de minerai est un mélange d'hydrate d'alumine, d'un peu d'argile, de tritoxide de fer, et peut-être d'hydrate de fer: on ne peut cependant pas en déduire la composition de l'hydrate d'alumine, parce qu'on ne sait pas dans quelle proportion cette terre entre dans l'argile mélangée, et qu'il est probable aussi qu'une petite partie de l'eau est combinée avec une proportion de l'oxide de fer.

La première variété est certainement un mélange de tritoxide et d'hydrate de fer, d'hydrate d'alumine et d'argile.

On n'a pas encore rencontré de minerais sem-

blables en Europe. Si tous ceux du Fouta Dialon étaient de la même nature, on ne concevrait pas comment les nègres peuvent en extraire du fer par la méthode qu'ils suivent et qui a beaucoup d'analogie avec la méthode dite catalane; car tout fait croire que l'on ne peut traiter par ce procédé que les minerais très-riches, et dont la gangue est essentiellement siliceuse; mais il est probable que l'expérience a appris aux nègres à faire un triage convenable, et peut-être même savent-ils employer le quartz comme fondant: il aurait été curieux et fort instructif d'analyser les scories qui proviennent de leur travail; malheureusement on n'a pas pu s'en procurer.

## LÉTTRE

De M. Abel Rémusat, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, à M. Louis Cordier, sur l'existence de deux volcans brûlans dans la Tartarie-Centrale.

Vous m'avez témoigné, Monsieur, le désir de savoir précisément où les Kalmouks recueillent le sel ammoniac qu'ils portent dans différentes contrées de l'Asie, et dont ces peuples faisaient autrefois un commerce considérable. J'ai trouvé la réponse à cette question dans l'édition japonaise de l'Encyclopédie chinoise, qui est à la Bibliothèque du Roi. Cet excellent ouvrage contient un grand nombre de détails sur les productions, les arts et la géographie de la plus grande partie de l'Asie-Orientale, et on pourrait souvent le consulter avec fruit, dans diverses questions qui intéressent les sciences, et, en particulier, l'histoire naturelle. Voici ce qu'on y trouve relativement à l'objet qui a mérité votre attention.

« Le sel, nommé (en chinois) *nao-cha*, et aussi *sel de Tartarie*, *sel volatil*, se tire de deux montagnes volcaniques de la Tartarie-Centrale. L'une est le volcan de Tourfan (1), qui a donné à cette ville (ou pour mieux dire à une ville qui est située à 3 lieues de Tourfan, du côté de l'Est), le nom de Ho-Tcheou, ville de feu. L'autre est la Montagne Blanche, dans le

(1) Lat. 43° 30'; long. 87° 11', suivant le P. Gaubil.

pays de Bisch-Balikh (1). Ces deux montagnes jettent continuellement des flammes et de la fumée. Il y a des cavités dans lesquelles se ramasse un liquide verdâtre. Exposé à l'air, ce liquide se change en sel, qui est le nao-cha. Les gens du pays le recueillent, pour s'en servir dans la préparation des cuirs. »

« Quant à la montagne de Tourfan, on en voit continuellement sortir une colonne de fumée; cette fumée est remplacée le soir par une flamme semblable à celle d'un flambeau. Les oiseaux et les autres animaux qui en sont éclairés paraissent de couleur rouge. On appelle cette montagne, le *Mont-de-Feu*. Pour aller chercher le nao-cha, on met des sabots; car des semelles de cuir seraient trop vite brûlées. »

« Les gens du pays recueillent aussi les eaux-mères, qu'ils font bouillir dans des chaudières, et ils en retirent le sel ammoniac sous la forme de pains semblables à ceux de sel commun. Le nao-cha le plus blanc est réputé le meilleur. La nature de ce sel est très-pénétrante. On le tient suspendu dans une poêle au-dessus du feu, pour le rendre bien sec, et on y ajoute du gingembre pour le conserver. Exposé au froid, ou à l'humidité, il tombe en déliquescence et se perd. »

Voilà, Monsieur, ce que j'ai trouvé de plus intéressant sur ce sujet, dans un livre qui n'est, à la vérité, ni un *Traité de Géographie*, ni un ouvrage d'*Histoire naturelle*, mais qui contient seulement une suite d'extraits, nécessairement un peu superficiels, sur toutes sortes de matières.

(1) Ville située sur le fleuve Ili, au S. O. du lac de Balgasch, que les Chinois nomment aussi la *mer chaude*. Lat. du lac de Balgasch, suivant le P. Gaubil, 460° 0'; long. 76° 11'.

C'est un fait curieux, et je crois assez peu connu, que celui de deux volcans actuellement en ignition dans les régions centrales de l'Asie, à 400 lieues de la mer Caspienne, qui est la mer la plus voisine. Vous jugerez mieux que moi, Monsieur, si des détails plus circonstanciés pourraient avoir quelque utilité pour la Géologie. Il y a encore quelques autres lieux où les Chinois placent des volcans, dont les Européens n'ont pas une connaissance précise. Bien des contrées, que ceux-ci n'ont pu visiter encore, ont été soigneusement décrites par ceux-là. En attendant que le génie des sciences y conduise des Pallas et des Humboldt, on ne saurait mieux faire que de tirer des livres des Chinois ce que ces livres contiennent de relatif aux Sciences naturelles. Peut-être la moisson serait-elle plus abondante qu'on n'est, en général, porté à le supposer.

Agréez, etc.

*OBSERVATIONS sur la lettre précédente de M. Abel Rémusat; par M. Louis Cordier.*

L'EXISTENCE de deux volcans brûlans, au milieu de cet immense plateau qui est circonscrit par les monts Ourals, les monts Altaïs, les frontières de la Chine, et la puissante chaîne de l'Himalaïa, me paraît un fait digne de toute l'attention des géologues. Si je ne me trompe, tous les motifs se réunissent pour faire regarder ce fait comme parfaitement avéré. Effectivement, la profonde érudition de M. Abel Rémusat dans les langues de la Haute-Asie, et les connaissances fort étendues qu'il possède en chimie et

en minéralogie, ne laissent aucun doute sur l'exactitude avec laquelle il a dû rendre le passage dont il a bien voulu m'adresser la traduction. D'un autre côté, on n'aurait vraiment aucune bonne raison de contester la véracité des encyclopédistes chinois. Il me semble enfin qu'on ne pourra refuser une entière conviction à ce témoignage, si on se donne la peine d'en étudier et d'en peser les détails, et de les comparer aux notions du même genre que nous possédons depuis long-temps. Je vais, pour faciliter cette comparaison, exposer en peu de mots quelques-uns des principaux termes d'analogie.

Je rappellerai d'abord que le sel ammoniac (hydrochlorate d'ammoniaque), dont il se fait une si grande consommation en Europe, est presque toujours un produit de l'art. Une partie vient d'Egypte où on l'extrait de la suie qui tapisse les huttes en terre des habitans des campagnes; l'autre est fournie par des ateliers chimiques établis depuis plusieurs années en France, en Belgique et en Angleterre, et dans lesquels on fabrique le sel de toutes pièces.

Les mines de houille embrasées ne produisent jamais de sel ammoniac, et il est évident qu'elles n'en pourraient produire.

Ce sel n'existe à l'état natif dans aucun terrain, si ce n'est dans les volcans brûlans.

On l'a plus particulièrement observé au Vésuve et à l'Etna, où, par son abondance, il est devenu à diverses époques un objet d'exploitation et de commerce. Il joue un très-grand rôle dans les vapéurs qui s'exhalent des cratères et des courans de lave de ces deux volcans. Facile à volatiliser, il se dissipe promptement dans l'air; ou s'il se condense à la surface des scories

et dans leurs fissures, la moindre pluie suffit pour l'entraîner, car on sait qu'il est extrêmement soluble. On ne peut recueillir ses efflorescences ou même constater sa présence, que lorsque les éruptions se font par un beau temps ou lorsqu'elles ne sont point accompagnées d'averses trop fréquentes.

On jugera aisément que les circonstances favorables ne doivent pas être très-communes. Cependant, Carrera rapporte que la lave vomie en 1635, par l'Etna, en a fourni des chargemens considérables, dont l'expédition à l'étranger a donné de grands bénéfices. Boccone et Borelli, qui étaient témoins de la fameuse éruption de 1669 et qui l'ont décrite, font mention de la prodigieuse quantité de sel ammoniac qui en est résultée, et de son embarquement pour différens ports d'Italie. Si on veut se reporter à des temps plus modernes et si l'on consulte le savant géologue, M. Ferrara, on trouve que la lave de 1763 en a produit fort abondamment; qu'il en a été recueilli plus de mille livres sur celle de 1780; que la lave de 1792 en a donné quelque peu, malgré les pluies qui ont accompagné son refroidissement; et que celle de 1811 en a assez fourni pour approvisionner amplement les ateliers et les apothicaireries de la Sicile.

Quoique le sel ammoniac n'ait jamais été aussi abondant au Vésuve qu'à l'Etna, il n'est pas d'éruption cependant où sa présence n'ait été constatée. En revanche, il s'en exhale sans cesse par les nombreux soupiraux de la fameuse solfatare de Pouzzoles.

Nous ferons observer qu'il faut que les vapeurs ammoniacales de cette solfatare soient produites en bien grande quantité par le foyer vol-



canique, pour qu'elles arrivent ainsi jusqu'à la surface; en effet, elles traversent un sol dont la surface est peu élevée au-dessus du niveau de la mer et dont la masse, ameublie par une décomposition générale, est incessamment abreuvée d'humidité et pénétrée de sels en déliquescence au milieu desquels les sulfates prédominent. On sait qu'une des deux grandes fumeroles de la solfatare a été exploitée pendant plusieurs années pour en extraire le sel ammoniac. Le célèbre géologue, M. Breislak, auteur du procédé qu'on suivait, a donné une excellente description de l'ensemble des lieux, dans ses *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, vol. II, page 69. Je ne puis qu'y renvoyer à tous égards. Si l'on veut se donner la peine de parcourir cette description, on restera convaincu que les deux foyers volcaniques, dont M. Abel Rémusat vient de nous révéler l'existence, constituent deux solfatares analogues à celle de Pouzzoles, qui offrent probablement des dimensions encore plus vastes et dans lesquelles le sel ammoniac est infiniment plus abondant.

Je terminerai en faisant remarquer que la découverte de M. Abel Rémusat porte les derniers coups à cette hypothèse qui avait pour objet d'expliquer tous les phénomènes volcaniques, par la filtration des eaux de la mer jusque dans les cavités souterraines où résident les matières incandescentes qui servent d'aliment aux éruptions; hypothèse fort ancienne, qui avait été remise en vogue par l'abbé Nollet, et qui, bien qu'elle ait été dans le principe aussi légèrement reçue que conçue, n'a pas laissé que de conser-

---

## CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

---

1. *Expériences faites dans la vue de déterminer quelles sont les substances qui contiennent de l'iode; par André Fyfe, professeur de chimie. (Edimburg, philosophical Journal, n<sup>o</sup>. 2, 1819.)*

M. FYFE a recherché l'iode dans un grand nombre de plantes marines et terrestres, dans l'eau de la mer, dans les animaux marins, etc. Il a trouvé: 1<sup>o</sup>. que l'iode n'existe que dans les productions marines, que l'eau de la mer n'en contient pas, et que les plantes cryptogames sont les seules qui en renferment, en comprenant, avec Linné, les éponges dans cette classe de corps. L'iode n'existe pas dans les éponges au même état de combinaison que dans les autres substances. En effet, l'iode de celles-ci se dissout facilement dans l'eau, et celui des éponges, au contraire, ne s'y dissout pas du tout.

Pour constater l'existence de l'iode, M. Fyfe brûle les plantes dans lesquelles il veut le rechercher, lave les cendres avec de l'eau, filtre, évapore la liqueur à siccité, et place le résidu salin dans un tube de verre. Après avoir versé, dans ce tube, de l'acide sulfurique, il chauffe, et quand il y a de l'iode, il se dégage à l'état de vapeurs violettes.

---

2. *Procédé pour fixer sur la laine, la soie, le coton, le chanvre, etc., une très-belle couleur jaune minérale* (l'orpiment); par Henry Braconnot. (Annales de Chimie, tome XII, page 398.)

On fait un mélange d'une partie de soufre, deux parties d'oxide blanc d'arsenic et cinq parties de potasse du commerce; on fait fondre le tout dans un creuset à une chaleur voisine du rouge. Il en résulte une masse jaune que l'on fait dissoudre dans l'eau chaude. On filtre la liqueur pour la séparer d'un sédiment formé en grande partie d'arsenic métallique en paillettes brillantes et d'une petite quantité d'une matière floconneuse couleur chocolat, qui paraît être un sous-sulfure d'arsenic. On verse dans la liqueur filtrée et étendue d'une certaine quantité d'eau, de l'acide sulfurique affaibli qui détermine un précipité floconneux d'une superbe couleur jaune. Ce précipité lavé sur un filtre, se dissout avec une extrême facilité dans l'ammoniaque, et donne une liqueur jaunâtre dans laquelle on verse un excès d'ammoniaque pour la décolorer entièrement. C'est dans cette liqueur qu'on plonge les étoffes que l'on veut teindre. Elles en sortent incolores, mais elles prennent insensiblement une belle couleur jaune par l'évaporation de l'ammoniaque.

Cette couleur est extrêmement solide et résiste à tous les agens, excepté aux alcalis.

Les dissolutions ammoniacales s'altèrent peu-à-peu, il s'y forme de l'acide arsenieux. Au bout d'un certain temps elles déposent de petits cristaux d'arsenite d'ammoniaque, et si on y verse des

acides, il se précipite du sulfure d'arsenic mêlé de sulfure d'oxide d'arsenic d'un jaune pâle.

3. *Sur la préparation et les propriétés de l'eau oxigénée*; par M. Thenard. (Annales de Chimie, tome X, pages 114 et 335; tome XI, pages 85 et 208.)

On prend du nitrate de baryte bien pur, et sur-tout exempt d'oxides de fer et de manganèse, Deutoxide de barium. on le calcine dans une cornue de porcelaine bien blanche. On place la baryte, réduite en morceaux de la grosseur de l'extrémité du pouce, dans un tube de verre luté et assez grand pour en contenir 1 kilog. On fait légèrement rougir ce tube et l'on y introduit un courant de gaz oxigène très-sec. La baryte absorbe ce gaz et se change en deutoxide de barium, qui est blanc gris. L'opération est terminée lorsqu'il sort de l'oxigène par l'extrémité du tube.

On ajoute à 2 décilitres d'eau distillée, assez Eau oxigénée. d'acide muriatique pur et fumant pour dissoudre environ 15<sup>es</sup> de baryte. La liqueur acide est versée dans un verre à pied, et le verre entouré de glace que l'on renouvelle à mesure qu'elle se fond. D'une autre part, on prend 12<sup>es</sup> de deutoxide, on les humecte à peine, on les broye dans un mortier d'agate ou de verre, et on verse la pâte fine qui en résulte par portions dans la liqueur. La dissolution a lieu sans effervescence et promptement si l'on a soin d'agiter avec une baguette de verre. Alors on précipite la baryte au moyen de l'acide sulfurique pur et concentré quel'on ajoute goutte à goutte et de manière à ce qu'il y en ait un très-léger excès. On ajoute de nouveau du deutoxide de barium, puis de l'oxide sulfurique; on filtre

promptement et on lave avec très-peu d'eau. On recommence les mêmes opérations sur l'eau filtrée autant de fois qu'on le juge convenable. Avec 90 à 100 grammes de deutroxyde, on obtient de l'eau chargée de vingt-cinq à trente fois son volume d'oxygène. Pour la charger davantage, il faut, avant de recommencer les mêmes opérations, y ajouter de l'acide muriatique. Il est convenable de se borner à lui faire absorber cinquante fois son volume d'oxygène, quoiqu'on puisse lui en faire prendre par ce moyen jusqu'à cent vingt-cinq fois son volume.

On tient l'eau oxigénée dans la glace, et on la sursature de deutroxyde de barium; il s'en sépare de la silice et de l'alumine qui proviennent de la portion de ces substances, que la baryte a enlevée à la cornue de porcelaine. On jette promptement la matière sur une toile, on l'y enveloppe, et on finit par la comprimer fortement. Pour peu qu'il y ait d'oxyde de manganèse, il se dégage de l'oxygène. On ajoute à la liqueur un peu d'eau de baryte pour achever de précipiter les substances étrangères, puis l'on y verse de l'acide sulfurique.

Après quoi la liqueur étant toujours maintenue à zéro, on en précipite le plus exactement possible l'acide muriatique par le sulfate d'argent, on la filtre, on la verse dans un mortier de verre entouré de glace, et on la broye avec de la baryte éteinte et bien délayée ajoutée par doses successives, on filtre lorsqu'il y a encore une légère acidité, et on finit par précipiter les dernières portions d'acide au moyen de l'eau de baryte; mais il vaut mieux qu'elle contienne un petit excès d'acide que de baryte.

Pour concentrer l'eau ainsi préparée, on la

met dans un verre à pied, on place le verre dans une large capsule aux deux tiers pleine d'acide sulfurique concentré; on recouvre le tout d'une cloche et l'on fait le vide; on agite la liqueur de temps en temps, et elle se concentre en quelques jours.

On reconnaît qu'elle est concentrée le plus possible, lorsqu'elle donne quatre cent soixante-quinze fois son volume de gaz oxygène, en l'agitant avec l'oxyde de manganèse.

L'eau oxigénée a une saveur qui semble en même temps astringente et amère, et qui tient un peu de celle de l'émétique. Propriétés.

Elle attaque l'épiderme, la blanchit et cause de violens picotemens.

Son action sur l'oxyde d'argent est des plus violentes, chaque goutte produit une sorte d'explosion, et il se développe tant de chaleur que dans l'obscurité la matière paraît lumineuse. Les peroxides de manganèse et de cobalt, les oxydes de plomb, de platine, de palladium, d'or, etc., l'argent, le platine, l'or, l'osmium, l'iode, le palladium, le rhodium, etc., produisent des effets analogues. L'oxygène de l'eau se dégage, et quelquefois aussi celui de l'oxyde. L'arsenic, le molybdène, le tungstène, le sélénium, dégagent l'oxygène de l'eau comme l'argent, etc., mais en même temps ils sont acidifiés.

Plusieurs matières animales peuvent dégager l'oxygène de l'eau oxigénée, sans s'oxyder elles-mêmes, du moins lorsque la liqueur est étendue d'eau distillée. La fibrine, le tissu du poumon, de la rate, des reins, sont dans ce cas. L'urée, l'albumine et la gélatine, ne produisent aucun effet.

Eau saturée d'oxygène.

M. Thenard est parvenu à faire absorber à l'eau jusqu'à six cent cinquante fois son volume d'oxygène, c'est-à-dire, une fois autant qu'elle en contient. Dans cet état, il la croit saturée. Sa densité est de 1,455, et elle est sirupeuse.

4. *Sur un acide nouveau formé par le soufre et l'oxygène ; par MM. Welter et Gay-Lussac. (Annales de Chimie, tome X, page 312.)*

Les auteurs ont donné à cet acide le nom d'*hyposulfurique*, parce qu'il contient moins d'oxygène que l'acide sulfurique, et plus que l'acide sulfureux.

L'acide hyposulfurique ne peut exister sans eau. Il est liquidé, et dans son état de plus grande concentration sa densité est de 1,347. Il est incolore et inodore, sa saveur est franchement acide. Lorsqu'il est à son maximum de concentration, la chaleur, ou même l'action de l'acide sulfurique concentré dans le vide, le décompose et le transforme en acide sulfurique qui reste dans la liqueur, et en acide sulfureux qui se dégage. Il n'est point altéré à froid par le chlore, l'acide nitrique ou le sulfate rouge de manganèse. Il se combine avec toutes les bases et les neutralise.

Les hyposulfates sont tous solubles, même ceux de baryte, de plomb, etc. La chaleur les décompose et les transforme en sulfates neutres avec dégagement de gaz acide sulfureux. Les acides forts les décomposent, avec dégagement d'acide sulfureux, mais seulement lorsque le mélange s'échauffe de lui-même, ou lorsqu'on l'expose à l'action de la chaleur.

L'hyposulfate de potasse cristallise en prismes cylindroïdes.

L'hyposulfate de baryte se présente en cristaux éclatans dont la forme est celle d'un prisme quadrangulaire, il ne s'altère point à l'air. Le chlore ne l'attaque pas. La chaleur le décompose aisément, il décrépité d'abord. Cent parties d'eau dissolvent quatorze parties de ce sel.

Les cristaux d'hyposulfate de strontiane sont très-petits.

L'hyposulfate de chaux se présente en lames hexaèdres régulières, groupées en rosaces.

L'hyposulfate de manganèse est très-soluble, et même déliquescent.

MM. Welter et Gay-Lussac ont analysé l'hyposulfate de baryte. Pour cela, ils en ont calciné une portion, ce qui, par le poids du sulfate de baryte restant, leur a donné la baryte, l'acide sulfurique formé, la somme de l'eau et de l'acide sulfureux dégagés. Puis ils en ont chauffé dans un creuset de platine avec du chlorate et du sous-carbonate de potasse; ils ont dosé l'acide sulfurique produit par le sel décomposé, acide qui s'est trouvé combiné avec la baryte et la potasse; de là, il leur a été facile de déduire la proportion d'eau, etc., et en même temps la composition de l'acide hyposulfurique.

Ils ont trouvé dans l'hyposulfate de baryte :

Baryte.....	9,700	2	proportions.	} Acide hyposulfureux. 9,000
Acide sulfurique.	5,000	1	<i>id.</i>	
Acide sulfureux.	4,000	1	<i>id.</i>	
Eau. ....	2,264	2	<i>id.</i>	
			<hr/>	
	20,964			

et dans l'acide hyposulfurique :

Soufre.....	40	2 proportions	0,444
Oxigène. . .	30	5 <i>id.</i>	0,556
	90		1,000

C'est en traitant le peroxide natif de manganèse que MM. Welter et Gay Lussac ont découvert le nouvel acide.

Pour le préparer, on fait passer un courant d'acide sulfureux dans de l'eau tenant en suspension du peroxide de manganèse natif (le peroxide fait par le chlore, ne fournit presque pas du nouvel acide). La combinaison s'opère sur-le-champ, et on obtient une dissolution neutre de sulfate et d'hyposulfate de manganèse. On fait rapprocher et on sépare une grande quantité de sulfate de manganèse par la cristallisation. On verse dans la liqueur de l'eau de baryte pour en précipiter l'acide sulfurique et l'oxide de manganèse; puis on y fait passer un courant d'acide carbonique pour précipiter l'excès de baryte; on chauffe pour dégager l'excès d'acide carbonique, et l'on fait cristalliser. En versant dans une dissolution d'hyposulfate de baryte, de l'acide sulfurique sans excès, on a l'acide hyposulfurique à l'état de pureté.

5. *Sur l'acide borique; par M. Robiquet.* (Journal de Pharmacie, tome V, p. 258.)

L'acide borique du commerce ne doit pas, comme on le croyait, sa forme en larges paillettes et son éclat nacré à sa combinaison avec de l'acide sulfurique, ou avec du sulfate de soude. Ces deux substances sont tout-à-fait accidentelles.

L'acide borique doit sa forme à une substance grasse qui accompagne le tinkal. L'acide du commerce devient, en effet, noir par la fusion, et ne cristallise plus en larges paillettes, même en lui ajoutant une proportion considérable d'acide sulfurique. L'albumine et plusieurs autres substances peuvent le faire cristalliser en paillettes.

On peut extraire avec grand avantage l'acide borique du tinkal, en suivant le procédé suivant :

On commence par brasser le tinkal avec le huitième de l'acide sulfurique nécessaire pour sa décomposition; après vingt-quatre heures de contact on fait la dissolution. On peut alors la clarifier et la filtrer avec la plus grande facilité, mais elle est d'une teinte jaune assez foncée. En la faisant digérer avec du charbon animal brut, on détruit la couleur et la matière grasse, et l'on obtient l'acide borique cristallisé en plaques plus ou moins épaisses et denses. Mais si l'on emploie du charbon animal purifié par l'acide muriatique, l'acide borique qu'on obtient a tous les caractères qu'on lui recherche dans le commerce.

6. *Sur la préparation de l'acide gallique; par M. Gaultier de Claubry.* (Annales de Chimie, tome X, page 235.)

M. Gaultier de Claubry a vérifié le procédé de M. Braconnot, et il le trouve très-bon (Voyez *Annales des Mines*, tome IV, page 99); mais il pense que le procédé de M. Barruel donne de l'acide plus pur. Ce procédé consiste à précipiter une dissolution de noix de galle par un excès de blanc d'oeuf, à évaporer la liqueur à siccité et à traiter la masse par l'alcool pour séparer l'excès

d'albumine. M. Gaultier a reconnu que l'on peut substituer la gélatine des os aux blancs d'œufs.

7. *Sur les moyens de séparer la chaux de la magnésie; par Richard Phillips Esq.* (Journal de l'Institution royale de Londres, tome VI, page 313.)

Procédé  
de M. Phil-  
lips.

Le moyen que M. Phillips préfère, consiste à ajouter du sulfate d'ammoniaque à la dissolution nitrique ou muriatique des deux terres, à évaporer à siccité et calciner pour expulser tous les sels ammoniacaux, à peser le résidu, à le faire digérer avec de l'eau saturée de sulfate de chaux et à bien laver avec la même liqueur. Le sulfate de magnésie se dissout seul; on en déduit la proportion par différence, en pesant le sulfate de chaux non dissous. On peut aussi déterminer la proportion du sulfate de magnésie: 1<sup>o</sup>. en notant la quantité de dissolution de sulfate de chaux employée, précipitant la chaux et la magnésie contenues dans la liqueur par le sous-carbonate de soude, et comparant le poids du précipité à celui qu'aurait donné la dissolution du sulfate de chaux; 2<sup>o</sup>. en précipitant l'acide sulfurique contenu dans la liqueur et comparant le poids du précipité à celui qu'on aurait obtenu par le même réactif dans la dissolution du sulfate de chaux. On déduit par calcul la proportion de la magnésie de celle de l'acide sulfurique combinée à cette terre.

M. Phillips a essayé presque toutes les méthodes qui ont été proposées: il les trouve défectueuses. Voici les observations qu'il a faites:

Par l'oxa-  
late d'ammo-  
niaque.

1<sup>o</sup>. L'oxalate d'ammoniaque ne précipite la chaux que lorsqu'on en a ajouté une quantité plus

que suffisante pour former un sel double avec la magnésie, et quand il y a très-peu de chaux cette terre n'est pas précipitée, même par l'ébullition.

2<sup>o</sup>. Lorsque l'on verse de l'oxalate de potasse dans la dissolution d'un sel magnésien, elle ne se trouble pas du tout; mais au bout de quelque temps il s'y fait un précipité d'oxalate de magnésie; la chaleur accélère la précipitation.

Par l'oxa-  
late de po-  
tasse.

La magnésie a une forte affinité pour l'acide oxalique. La terre décompose l'oxalate d'ammoniaque et en dégage l'alcali. Elle décompose même en partie l'oxalate de potasse.

L'oxalate de magnésie est très-peu soluble dans l'eau.

3<sup>o</sup>. Le sous-carbonate d'ammoniaque ne précipite pas complètement la chaux de sa dissolution; celle-ci en retient une certaine quantité qu'on peut en précipiter, à l'état de carbonate, par l'ammoniaque.

Par le  
sous-carbo-  
nate d'am-  
moniaque.

Le sous-carbonate d'ammoniaque dissout sensiblement le carbonate de chaux sur lequel on le fait digérer, quoique moins facilement et en moins grande quantité qu'il ne dissout le carbonate de magnésie.

4<sup>o</sup>. Le carbonate de chaux se dissout dans une solution chargée de muriate d'ammoniaque, ainsi que le carbonate de magnésie, quoique dans une moindre proportion; il se dégage du carbonate d'ammoniaque.

Par le mu-  
riate d'am-  
moniaque.  
(1).

5<sup>o</sup>. Le phosphate de soude ne précipite pas complètement la chaux, et il peut précipiter de la magnésie, parce que le phosphate de magnésie est peu soluble dans l'eau.

Par le phos-  
phate de  
soude.

(1) *Annales des Mines*, tome II, page 92.

8. *De la magnésie dans les analyses chimiques; par M. Longchamp. (Annales de Chimie, tome XII, page 255.)*

Le sous-carbonate d'ammoniaque est un excellent réactif pour séparer la chaux de la magnésie, pourvu qu'on ait l'attention de ne pas attendre plus de quelques heures pour filtrer, sans quoi il se précipiterait de la magnésie avec la chaux.

Lorsqu'on chauffe pendant quelque temps du sulfate de magnésie jusqu'au rouge, il ne se dissout ensuite dans l'eau qu'avec une extrême lenteur; et comme il reste sous la forme blanche et pulvérulente du sulfate de chaux, il peut être aisément confondu avec lui.

La séparation de la chaux de la magnésie par l'oxalate d'ammoniaque est très-exacte, pourvu qu'on n'attende pas trop long-temps pour filtrer.

La magnésie n'est pas, à beaucoup près, complètement précipitée à froid par les carbonates alcalins; lorsqu'on fait bouillir, la portion précipitée augmente; mais il reste toujours de la magnésie dans la liqueur. Si on laisse celle-ci se refroidir en contact avec le précipité, une partie du carbonate de magnésie se redissout, et il s'en redissout d'autant plus qu'il y a un plus grand excès de carbonate alcalin.

Le carbonate de magnésie est soluble dans les nitrates, muriates et sulfates alcalins, et il s'y dissout en plus grande quantité à froid qu'à chaud.

La potasse caustique précipite complètement la magnésie de ses dissolutions dans quelque état qu'elle s'y trouve, et il est tout-à-fait superflu de chauffer pour produire cet effet.

Le sulfate de magnésie chauffé pendant plusieurs heures dans des fioles de verre à la température du plomb fondant, ne perd que les quatre cinquièmes de l'eau qu'il renferme. Pour lui enlever la totalité de son eau, qui s'élève à 0,517 ou 0,53, il faut le chauffer au blanc pendant une heure. Ce sel ainsi calciné exige au moins vingt-quatre heures pour se dissoudre dans l'eau.

A la chaleur blanche le sulfate de magnésie commence à perdre de son acide, mais en très-petite quantité.

Cent parties de sulfate de magnésie cristallisé (et desséché en le comprimant fortement) ont donné à M. Longchamp 98,2 de sulfate de baryte; d'où il conclut que cent parties de sel calciné auraient donné 208,96 de sulfate de baryte (M. Berzélius n'a trouvé que 194,30). D'après cela, le sulfate de magnésie doit être composé de :

Acide sulfurique. ....	0,35751	...	0,7181
Eau.....	0,53000		
Magnésie.....	0,13249	...	0,2819

Le sulfate de magnésie cristallisé, précipité par un excès de potasse caustique à l'alcool, donne 0,25 d'hydrate desséché à la température du plomb fondant. L'hydrate contient donc :

Magnésie.....	0,52997
Eau.....	0,47003

L'hydrate calciné au rouge blanc ne perd que 0,3310 à 0,3366. M. Longchamp en tire la conséquence qu'il ne peut être totalement décomposé par la chaleur, et qu'il se change seulement en un sous-hydrate qui renferme 0,20782 d'eau.

Enfin, il déduit de son analyse du sulfate de

magnésie la composition de la magnésie, qu'il trouve être de :

Magnésiore. . . . . 0,49174

Oxigène. . . . . 0,50826

Ces résultats diffèrent beaucoup de ceux qu'ont obtenus, jusqu'à présent, la plupart des chimistes, et de ceux qui ont été présentés par M. Berzélius. M. Longchamp engage les savans à faire de nouvelles recherches à ce sujet.

9. *Premier mémoire sur la dissolubilité des sels dans l'eau ; par M. Gay-Lussac. ( Annales de Chimie , tome XI , page 296. )*

La solubilité des sels dans l'eau varie avec la température. M. Gay-Lussac a entrepris de déterminer, par l'expérience, la loi de solubilité pour un grand nombre de sels, et il représente ces lois par des courbes construites en prenant pour abscisses les degrés de température, et pour ordonnées les quantités de sels dissoutes par cent parties d'eau; de sorte qu'ayant déterminé la solubilité pour un certain nombre de degrés de température, on trouve facilement la solubilité correspondante à un degré déterminé intermédiaire.

Pour déterminer par expérience la quantité d'un sel que l'eau peut dissoudre, M. Gay-Lussac, ayant saturé l'eau de ce sel à une température déterminée, prend un matras de la capacité de 150 à 200 grammes d'eau, et dont le col a de 15 à 20 centimètres de longueur. Après l'avoir pesé vide, il le remplit au quart environ de la dissolution saline, et il le pèse de nouveau. Pour évaporer l'eau, il saisit le matras par son col avec des pinces, et il le tient sur un brasier ardent sous

un angle de  $45^{\circ}$ , en ayant l'attention de le remuer continuellement et de donner au liquide un mouvement giratoire, afin de favoriser l'ébullition et de prévenir les soubresauts qui sont fréquens pour quelques sels, dès que par l'évaporation il commence à se déposer des cristaux. Lorsque la masse saline est desséchée et qu'il ne s'en dégage plus de vapeur d'eau à une chaleur presque rouge, il souffle dans le matras avec un tube de verre adapté à l'extrémité d'un soufflet, afin d'en chasser la vapeur aqueuse, et il le pèse.

On obtient une dissolution saline parfaitement saturée, des deux manières suivantes : En faisant chauffer l'eau avec le sel, et la laissant refroidir jusqu'à la température pour laquelle on cherche la solubilité; ou bien en mettant dans de l'eau froide un grand excès de sel et en élevant graduellement la température. Dans chaque cas, il faut maintenir constante la température finale pendant deux heures au moins, et agiter fréquemment la dissolution saline pour être bien assuré de la parfaite saturation. M. Gay-Lussac a reconnu, par des expériences directes, que ces deux procédés donnent absolument le même résultat.

Par saturation, on doit entendre le terme auquel le dissolvant, toujours en contact avec le sel, et la température étant invariable, ne peut plus ni en prendre, ni en abandonner aucune portion.

Mais une dissolution saline peut abandonner du sel sans que la température change, soit en y plongeant des cristaux de ce sel, ou un corps solide hérissé d'aspérités, soit en l'agitant; elle doit être alors considérée comme sursaturée. La sursaturation n'est pas un terme fixe; la cause qui la produit n'est pas chimique, et elle est la même



que celle qui retient l'eau liquide au-dessous de la température de la congélation.

On obtient les dissolutions sursaturées en évaporant très-lentement et dans le repos une portion du dissolvant, ou, ce qui vaut mieux, en laissant refroidir par degrés insensibles les dissolutions saturées. Par l'immersion de corps solides ou par l'agitation, on détruit la sursaturation et on ramène les dissolutions à leur terme fixe de saturation. Ce terme est d'ailleurs invariable lorsque la température ne change pas, et les dissolutions restent homogènes dans toute leur étendue, quel que soit leur volume. S'il se forme des cristaux dans des vases fermés, c'est que la température a baissé; ces cristaux ne peuvent ensuite se redissoudre lorsque la température s'élève, si l'on n'agit pas, parce que la couche du liquide avec lequel ils se trouvent en contact, une fois saturée, est sans action sur eux (1).

Voici les résultats obtenus par M. Gay-Lussac :

Chlorure de potasse anhydre.	Chlorure de potassium pour 100 d'eau.	Températures.	Sel.
		0,00	29,21
		19,35	34,53
		109,60	59,26

(1) On a cru pendant quelque temps que l'eau salée, laissée en repos dans des puits profonds, s'enrichissait peu-à-peu à la partie inférieure aux dépens de la partie supérieure, et que celle-ci perdait presque tout le sel qu'elle tenait en dissolution; mais cette opinion est abandonnée maintenant. On remarque souvent, à la vérité, dans les salines, que l'eau du fond des puits ou des bassins, est plus salée que l'eau de la surface; mais cela tient à ce que ces puits ou ces bassins reçoivent des eaux à différens degrés de salure et même de l'eau douce, et que

La ligne de solubilité est une ligne droite représentée par l'équation :

$$y = 0,2738x + 29,23.$$

Températures.	Sel anhydre.	Sel cristallisé.	Chlorure de barium.
15°,64	34,86	43,50	
105,48	59,58	77,89	

La ligne de solubilité du sel anhydre est une ligne droite représentée par l'équation :

$$y = 0,2711x + 30,60.$$

Températures.	Sel.	Chlorure de sodium anhydre.
13,89	35,81	
16,90	35,88	
59,93	37,14	
109,75	40,38	

La ligne de solubilité n'est pas une ligne droite.

Températures.	Sel.	Sulfate de potasse.
12,72	10,57	
101,50	26,33	

La ligne de solubilité est une ligne droite représentée par l'équation :

$$y = 0,1741x + 8,36.$$

ces eaux, lorsqu'elles ne sont pas agitées, ne se mêlent point et prennent chacune une position relative à leur pesanteur spécifique; les plus salées tombent au fond, et l'eau douce s'élève à la partie supérieure.

P. B.

Sulfate de magnésie.	Sulfate de magnésie pour 100 d'eau.		
	Températures.	Sel anhydre.	Sel cristallisé.
	14,58	32,76	103,69
	97,03	72,30	644,44

La ligne de solubilité du sel anhydre est une ligne droite représentée par l'équation :

$$y = 0,47816x + 25,76.$$

Sulfate de soude.	Sulfate de soude pour 100 d'eau.		
	Températures.	Sel anhydre.	Sel cristallisé.
	0,00	5,02	12,17
	11,67	10,12	26,38
	17,91	16,73	48,18
	25,05	28,11	99,48
	30,75	43,05	215,77
	33,88	50,04	312,11
	42,15	48,78	291,44
	103,17	42,65	

Les lignes de solubilité sont des courbes ayant un point de rebroussement.

Nitrate de baryte anhydre.	Nitrate de baryte pour 100 d'eau.	
	Températures.	Sel.
	0,00	5,00
	14,95	8,18
	49,22	17,07
	101,65	35,18

La ligne de solubilité est une courbe un peu convexe du côté des abscisses.

Nitrate de potasse anhydre.	Nitrate de potasse pour 100 d'eau.	
	Températures.	Sel.
	0,00	13,32
	11,67	22,23
	35,13	54,82
	65,45	125,42
	97,68	236,45

La ligne de solubilité est une courbe convexe aux abscisses.

Chlorate de potasse pour 100 d'eau.		Chlorate de potasse anhydre.
Températures.	Sel.	
0,00	3,33	
15,37	6,03	
35,02	12,05	
74,89	35,40	
104,78	60,24	

La ligne de solubilité est une courbe convexe aux abscisses.

10. *Sur la préparation du sous-carbonate de potasse avec le nitre et le tartre ; par M. Guibourt. (Annales de Chimie, tome X, p. 224.)*

M. Guibourt a constaté que lorsqu'on projette le mélange de deux parties de nitre et d'une de tartre, qu'on emploie ordinairement pour préparer le carbonate de potasse, dans un creuset rouge, et que l'on fait fondre la matière, elle contient une grande quantité de cyanure de potasse, qu'on ne peut détruire qu'en laissant le sous-carbonate long-temps exposé à l'air à l'état de dissolution; mais que, lorsqu'on projette le même mélange dans une chaudière de fer dont le fond est à peine rouge, et qu'on lessive le produit de la déflagration immédiatement après le refroidissement, on a du sous-carbonate tout-à-fait exempt de nitrite et de cyanure.

11. *Analyse d'un mélange de chlorure de potassium et de chlorure de sodium (Annales de Chimie, tome XII, p. 41.)*

Le chlorure de potassium et le chlorure de sodium produisent, en se dissolvant dans l'eau,

un abaissement de température très-inégal; un mélange quelconque de ces deux sels produit un abaissement de température qui est exactement égal à la somme des abaissemens produits par la quantité de chacun des sels que renferme le mélange: d'après cela, connaissant l'abaissement de température produit par un poids déterminé d'un mélange de chlorure de potassium et de chlorure de sodium, on peut déterminer par une formule très-simple, la proportion de chacun de ces sels contenue dans le mélange.

50 grammes de chlorure de potassium, en se dissolvant dans 200<sup>es</sup> d'eau, contenus dans un vase de verre pesant 185<sup>es</sup>, produisent un abaissement de 11<sup>o</sup>; la même quantité de chlorure de sodium donne seulement, dans les mêmes circonstances, un abaissement de 1<sup>o</sup>,9. La formule pour calculer le chlorure de potassium (1), d'après ces données, est:

$$\text{Chlorure de potassium. . .} = \frac{100 \text{ d.} - 190}{9,5}$$

$d$  étant l'abaissement de température.

Ce procédé donne des résultats très-exacts, si l'on emploie un thermomètre très-sensible, qui marque des dixièmes de degrés, si l'on a soin de réduire en poudre très-fine le mélange des deux chlorures et de tenir le vase par le col seulement, pour que la chaleur de la main ne puisse pas influencer sur la température de l'eau. Voici au reste la manière d'opérer:

Ayant pesé exactement 200<sup>es</sup> d'eau dans le vase où doit se faire la dissolution, on y plonge le thermomètre pour en connaître la tempéra-

(1) En centièmes du mélange.

ture; on y verse ensuite promptement 50<sup>es</sup> du mélange, et pendant que le thermomètre est suspendu dans le liquide, avec la main gauche, on tient le col du vase avec la main droite en lui imprimant un mouvement giratoire très-rapide, pour accélérer la dissolution; pendant qu'elle s'opère, le thermomètre baisse rapidement: on suit sa marche avec attention, et on observe le degré le plus bas auquel il s'arrête.

Ce moyen peut servir pour tous les corps produisant très-inégalement du froid en se dissolvant soit dans l'eau, soit dans tout autre liquide, par exemple pour le nitre et le sel marin.

12. *Remarque sur la décomposition des chlorures d'oxide par le nitrate d'argent.* (Annales de Chimie, tom. XI, p. 108.)

Le nitrate d'argent est un réactif infidèle pour doser le chlore que renferment les chlorures d'oxide, parce qu'il se forme en même temps du chlorure et du chlorate d'argent, et que le premier seul se précipite.

Si l'on verse du nitrate d'argent dans du chlorure de chaux jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité, qu'on fasse évaporer le liquide surnageant, et qu'on dessèche le nitrate à une douce chaleur, il se dégage de l'oxigène, et en lavant avec de l'eau acidulée d'acide nitrique, on obtient une nouvelle dose de chlorure d'argent.

On peut concevoir que le chlorure que l'on traite par le nitrate d'argent, produit d'abord du chlorure d'oxide d'argent; mais que ce chlorure se transforme presque aussitôt en chlorate d'oxide et en chlorure métallique, à cause de l'insolubi-

lité de ce dernier composé, comme le chlorure de potasse se change par la cristallisation en chlorate de potasse et en chlorure de potassium.

13. *Note sur la poudre à tirer; par MM. Colin et Tallefert. (Annales de Chimie, tome XII, page 387.)*

Il existe pour la poudre deux espèces de combustion, que l'on peut désigner sous les noms de *détonation vive* et *détonation lente*; les gaz qui résultent de la première ne renferment que de l'acide carbonique, de l'azote et un peu d'oxide de carbone: ceux qui proviennent de la seconde contiennent environ 0,43 d'acide carbonique, 0,41 d'azote et 0,15 de deutoxide d'azote.

Le résidu de la détonation est du sulfure de potasse mêlé de sulfate de potasse et d'un peu de charbon: lorsqu'on le distille, le charbon réagit sur le sulfate et il se dégage de l'acide carbonique.

Il y a détonation vive toutes les fois que l'on chauffe de la poudre sèche. Il y a détonation lente lorsque l'on chauffe de la poudre humectée ou mélangée avec un corps quelconque, susceptible d'absorber la chaleur sans agir chimiquement, par exemple, du cristal de roche en poudre.

MM. Colin et Tallefert ont constaté ces faits en faisant détoner de la poudre par doses successives de 2 décigrammes dans des tubes de verre de 6 à 8 millimètres de diamètre intérieur, et de  $\frac{1}{2}$  à un millimètre d'épaisseur, et en recueillant les gaz sur le mercure. Ces expériences exigent de grandes précautions pour n'être

pas dangereuses; les auteurs du mémoire n'ont rien négligé pour les faire connaître.

On fait l'analyse de la poudre avec beaucoup de facilité dans l'instrument imaginé par MM. Gay-Lussac et Thenard, pour analyser les matières végétales et animales.

14. *Observations sur l'analyse du chyazate ferrugineux de potasse* (prussiate triple de potasse et de fer).

15. *Sur le ferro-chyazate de potasse, et sur le poids atomique du fer; par M. Porrett. (Annals of philosophy, tome XIV, p. 14.)*

M. Porrett a reconnu qu'on pouvait décomposer le prussiate triple de potasse et de fer par l'acide tartrique; en faisant dissoudre 58 parties de cet acide cristallisé dans l'esprit-de-vin, et versant la dissolution dans une fiole contenant 50 parties de prussiate dissous dans l'eau chaude, la potasse est précipitée à l'état de tartrate acide, et la liqueur alcoolique contient l'acide chyazique ferrugineux, qui peut être obtenu en petits cristaux, généralement ressemblant au cube, par l'évaporation spontanée.

L'oxide de cuivre décompose totalement le prussiate de potasse ferrugineux; les produits sont de l'acide carbonique, de l'azote et de l'oxide de fer.

En combinant ces deux moyens d'analyse, M. Porrett avait trouvé le prussiate ferrugineux composé de:

Potasse. . . . .	0,3348
Acide. . . . .	0,5093
Eau. . . . .	0,1359
	<hr/>
	0,9800

et son acide de :

Carbone. . . . .	30,16	...	4 atomes.
Azote. . . . .	17,54	...	1
Fer métallique. . . . .	34,50	...	1
Hydrogène. . . . .	2,64	...	2
	<hr/>		
	84,84		

Mais il s'est aperçu que ce résultat n'était pas exact, et il a recommencé son analyse par un autre procédé.

Pour doser le fer et la potasse, il a chauffé le sel dans un creuset de platine avec du nitrate d'ammoniaque; la combustion a été vive, et il est resté de l'oxide rouge de fer et du nitrite de potasse. Il a enlevé ce sel par l'eau, et il l'a transformé en nitrate.

Pour évaluer l'azote et le carbone, il a traité une partie du prussiate par trente-cinq fois son poids d'oxide de cuivre. Il a remarqué que cette proportion est celle qui donne le maximum d'acide carbonique. Il pense que cela provient de ce que l'oxide contient une petite quantité de silice qui sépare de la potasse l'acide carbonique qu'elle absorbe, et que dans des analyses semblables il serait convenable d'ajouter une certaine quantité de silice.

Il a évalué la proportion d'hydrogène d'après la quantité d'oxide de cuivre réduit, et il a connu cette quantité en traitant le résidu par l'acide sulfurique affaibli qui, selon lui, ne peut dissoudre que l'oxide de cuivre non attaqué.

Quant à l'eau de cristallisation, il l'a trouvée la même que dans ses premières expériences; c'est-à-dire, de 0,13.

Il résulte de son travail que le prussiate triple de potasse et de fer est composé de :

Potasse. . . . .	0,4168
Acide ferro- chyazique. {	Fer. . . . . 0,1260
	Carbone. . . . . 0,2264
	Azote. . . . . 0,1332
	Hydrogène. . . . . 0,0080
Eau. . . . .	0,1300
	<hr/>
	1,0404

et que par conséquent l'acide ferro-chyazique contient :

Carbone. . . . .	30,00	...	4 atomes.
Azote. . . . .	17,50	...	1
Fer . . . . .	17,50	...	1
Hydrogène. . . . .	1,25	...	1
	<hr/>		
	66,25		

et il en conclut que le poids de l'atome du fer doit être de 17,50 et non de 3,35 comme l'admettent plusieurs chimistes.

16. *Nouvelles recherches sur la nature du bleu de Prusse; par M. Robiquet. (Annales de Chimie, tome XII, p. 277.)*

Le prussiate blanc obtenu en précipitant les dissolutions de fer au minimum par le prussiate de potasse ferrugineux, contient de la potasse comme principe essentiel; il est un peu soluble dans l'eau pure, l'air le décompose promptement et le bleuit, et alors la potasse peut en être séparée par l'eau.

Le prussiate bleu, mis pendant plusieurs jours

en contact avec l'hydrogène sulfuré, devient d'un gris jaunâtre, et il se forme dans la liqueur de petits cristaux grenus, brillans et d'un assez beau jaune, qui ne sont autre chose que du proto-prussiate de fer, lequel est un peu soluble dans l'eau; le contact de l'air le fait devenir aussitôt d'un très-beau bleu.

Le bleu de Prusse, mis en contact à froid avec l'acide sulfurique concentré, devient d'un blanc parfait, sans qu'il se dégage aucun gaz et que l'acide dissolve rien. L'eau rétablit sur-le-champ la couleur bleue.

L'acide muriatique le plus concentré possible et employé en grande quantité à froid, fait passer la couleur du bleu de Prusse au vert, puis au jaune; l'eau reproduit la couleur bleue. Cependant si on laisse l'acide agir pendant plusieurs heures, le prussiate est décomposé et la liqueur ne contient que du tritoxide de fer; si l'on a opéré avec les précautions convenables, en laissant ce dépôt se former dans un vase très-étroit et le lavant à plusieurs reprises, par décantation, avec de l'acide muriatique concentré, puis le faisant sécher, et enfin en le traitant par l'alcool qui le dissout, on peut, par évaporation spontanée, l'obtenir en petits grains cristallins, blancs, prenant à l'air une légère teinte blenâtre, sans odeur, d'une saveur franche. Leur solution dans l'eau donne du bleu de Prusse avec les sels de tritoxide de fer, et du prussiate de potasse ferrugineux avec la potasse. Cette substance est donc l'acide qui, combiné avec les bases, forme ce qu'on appelle les prussiates triples, ou l'acide chyazique ferruré de M. Porrett.

M. Robiquet a analysé cet acide en le chauffé

fant dans un tube à l'appareil pneumatique, successivement à la température du mercure bouillant et de la chaleur rouge; la première opération ne lui a fourni que de l'acide prussique pur, sans dégagement d'aucun gaz, et la seconde lui a donné un peu d'acide prussique et des gaz hydrogène et azote dans le rapport de 1 à 2 en volume (le même que dans le cyanogène), et sans la moindre trace d'acide carbonique. Le résidu est un mélange de fer métallique et de charbon, et l'on sépare aisément ces deux substances l'une de l'autre par l'acide sulfurique faible.

M. Robiquet pense que les résultats analytiques de M. Porrett ne sont pas exacts, et il conclut de ses expériences, que l'acide du bleu de Prusse et des prussiates triples en général, est une combinaison de fer, de cyanogène et d'acide prussique; et que le bleu de Prusse et les prussiates triples sont formés d'un cyanure et d'un hydrocyanate.

Enfin, qu'il est assez probable que le bleu de Prusse doit sa belle couleur à une certaine quantité d'eau.

17. *Sur l'oxidation du fer sans le concours de l'air et de l'eau.* (Annales de Chimie, t. XI, page 40.)

Le fer ne décompose pas l'eau à la température ordinaire, quand ils sont l'un et l'autre parfaitement purs. La décomposition ne commence à avoir lieu qu'à la température de 50 à 60°; mais l'oxidation une fois commencée par une cause quelconque, peut continuer par l'action seule de l'eau; le fer et son oxide doi-

vent être considérés comme deux corps hétérogènes d'énergies électriques différentes, et pouvant, par leur concours, déterminer la décomposition de l'eau, de la même manière qu'un élément de cuivre et de zinc dans la pile voltaïque.

Voici sur quels faits ces principes sont fondés :

M. Hall a plongé des feuilles de fer bien décapées dans de l'eau purgée d'air et à la température ordinaire ; au bout de plusieurs jours, elles avaient conservé tout leur éclat. Il a observé qu'un morceau de tôle couvert de mousseline humide n'éprouve pas le moindre changement dans un gaz qui ne contient pas d'oxygène, ou dans l'eau en contact avec un gaz de cette nature.

Au contraire, d'après les expériences de M. Hall, le fer se rouille promptement dans l'eau qui contient de l'air, dans l'air humide ou dans l'eau en contact avec de l'air. Dans ces trois cas l'oxide qui se forme est rouge ; cet oxide ne change pas de couleur lorsque, après l'avoir enlevé de la tôle, on le plonge dans de l'eau purgée d'air ; mais si dans la même circonstance on le laisse adhérent à la tôle, il devient bientôt d'un vert obscur, parce qu'il est ramené au minimum d'oxidation par l'hydrogène qui provient de la décomposition de l'eau.

M. Guibourt a mis de la limaille de fer dans de l'eau purgée d'air, il ne s'est dégagé d'oxygène ni à la température ordinaire ni à la température de 25° ; le dégagement n'a commencé à avoir lieu qu'à 50 ou 60°.

Il a mis de la limaille de fer sur du mercure avec de l'eau bien bouillie, et il y a eu un dégagement très-notable de gaz hydrogène.

Il a placé dans un pot 6 kilogrammes de limaille qu'il a recouverte d'eau ; dès le premier jour il a senti l'odeur de l'hydrogène ; il a chauffé à 25°, le dégagement de gaz est devenu plus abondant ; il a ramené la température à 12°, le dégagement a continué, mais plus faiblement : il a enlevé l'eau, et bientôt la masse s'est considérablement échauffée par le contact de l'air ; il a de nouveau recouvert la limaille d'eau, elle s'est refroidie, mais elle a continué à fournir beaucoup de gaz hydrogène.

18. *Note relative à quelques observations sur les sels cuivreux, où l'on fait connaître une nouvelle variété de carbonate de cuivre artificiel qui a ses analogues dans la nature ; par MM. Colin et Taillefert. (Annales de Chimie, tome XII, p. 62.)*

Lorsqu'on précipite à froid les dissolutions de deutoxide de cuivre par un carbonate alcalin, il se précipite un carbonate bleu, susceptible de se dissoudre dans un excès du précipitant et de former avec lui un sel double que l'on peut obtenir cristallisé. Si l'on fait le précipité à chaud, on obtient un carbonate vert.

En chauffant le carbonate bleu dans un tube, il perd de l'eau et devient vert ; en le chauffant plus fortement, il perd encore de l'eau et devient brun ; une plus forte chaleur en expulse l'acide carbonique. En faisant bouillir dans l'eau les carbonates bleus et verts, ils deviennent bruns sans qu'il se dégage d'acide carbonique. La substance brune est un carbonate de deutoxide de cuivre anhydre analogue à celui que M. Thompson a trouvé dans la nature.

Lorsqu'on traite le deutocide de cuivre par l'acide muriatique, on obtient une dissolution brune opaque; en y ajoutant de l'eau, elle devient d'un vert d'émeraude.

Lorsqu'on agite le muriate de deutocide dans un vase bouché avec de la limaille de cuivre en excès, il devient d'abord brun et opaque, puis incolore et transparent. La liqueur précipite en blanc par l'eau froide et en orange par l'eau chaude; elle renferme du muriate de protoxide.

L'ammoniure de deutocide est aussi complètement décoloré par le cuivre en limailles; la liqueur décolorée redevient bleue par son exposition à l'air.

Le muriate incolore de protoxide de cuivre mêlé avec un excès de sous-carbonate de soude sans le contact de l'air, donne un précipité orange; ce précipité est un carbonate de protoxide; il se conserve sans altération lorsqu'il est privé du contact de l'air: lorsqu'on le met dans des vases ouverts, il brunit peu-à-peu. L'acide sulfurique le dissout avec effervescence, il en résulte une dissolution bleue, et il se sépare du cuivre métallique, etc.

19. *Nouveaux détails sur le Cadmium; par M. Stromeyer. (Annales de Chimie, t. XI, page 76.)*

M. Stromeyer a communiqué à la Société royale de Gottingue, dans sa séance du 10 septembre 1818, la première partie de ses recherches sur le nouveau métal qu'il a découvert dans le zinc et ses oxides, et auquel il a donné le nom de *cadmium*. Secondé par deux de ses

élèves, M. Mahner de Brunsvick, et M. Siemens de Hambourg, il a non-seulement constaté ses premiers résultats (1), mais il a pu donner à ses recherches la plus grande étendue et y porter beaucoup d'exactitude. Il annonce avoir mieux fait connaître les circonstances qui ont conduit à la découverte du cadmium, et par-là avoir montré la part qu'y ont eue M. Hermann de Schoenebeck, et le Dr. Roloff de Magdebourg. Il donne aussi les noms des espèces de zinc, de ses oxides ou de ses mines qui contiennent le cadmium. Parmi ces dernières, M. Stromeyer l'a seulement rencontré dans quelques blendes, et en très-petite quantité, excepté dans quelques variétés de la blende rayonnée de Przi-  
bram en Hongrie, qui en contiennent de 2 à 3 pour 100: enfin, il donne le procédé pour obtenir le cadmium à l'état de pureté.

D'après ce procédé, on commence par dissoudre dans l'acide sulfurique les substances qui contiennent le cadmium, et on fait passer dans la dissolution, contenant un excès d'acide suffisant, un courant d'acide hydrosulfurique: le précipité qui se forme est recueilli et bien lavé; on le dissout dans l'acide hydrochlorique concentré, et on dégage par l'évaporation l'acide surabondant. On dissout le résidu dans l'eau, et on le précipite par le carbonate d'ammoniaque, dont on met un excès pour redissoudre le zinc et le cuivre qui auraient pu être précipités par l'acide hydrosulfurique. Le carbonate de cadmium étant bien lavé, on le chauffe pour enle-

(1) Voyez la première annonce de ce métal, *Annales des Mines*, tome III, page 255.



ver l'acide carbonique, et on réduit l'oxide qui reste en l'exposant à une légère chaleur rouge, dans une retorte de verre ou de terre, après l'avoir mêlé avec du noir de fumée.

La couleur du cadmium est d'un très-beau blanc tirant légèrement au gris bleuâtre et approchant beaucoup de celle de l'étain. Comme ce dernier métal, il est très-éclatant et prend un très-beau poli; sa texture est parfaitement compacte et sa cassure crochue. Il cristallise facilement en octaèdres, et présente à sa surface, par le refroidissement, l'apparence de feuilles de fougère. Il est mou, très-flexible, et se laisse limer très-facilement ou couper avec le couteau. Il tache assez fortement: cependant il est plus dur que l'étain, et il le surpasse en ténacité. Il est aussi très-ductile, et on peut le réduire en fils et en feuilles très-minces: néanmoins il s'écaille çà et là par une percussion soutenue. Sa densité, sans être écroui, est de 8,6040, à la température de 16°,5; écroui, elle est de 8,6944. Il fond avant de rougir, et ne se volatilise pas beaucoup plus tard que le mercure. Sa vapeur n'a pas d'odeur remarquable; elle se condense aussi facilement que celle du mercure, en gouttes qui, en se figeant, présentent à leur surface une apparence non équivoque de cristallisation.

Le cadmium est aussi permanent à l'air que l'étain. Chauffé en contact avec l'air, il brûle avec la même facilité que ce dernier métal, et se change en un oxide d'un jaune brunâtre, qui paraît ordinairement sous la forme d'une fumée de la même couleur, mais qui est très-fixe. L'acide nitrique le dissout facilement à froid:

l'acide sulfurique étendu, l'acide muriatique et même l'acide acétique, l'attaquent avec dégagement d'hydrogène; mais leur action est très-faible, sur-tout celle de l'acide acétique, lors même qu'on la favorise par la chaleur. Les dissolutions sont incolores et ne sont point précipitées par l'eau.

Le cadmium ne forme qu'un seul oxide; 100 parties de métal se combinent avec 14,352 d'oxigène: d'après cela, le nombre équivalent du cadmium est 69,677, et celui de l'oxide  $69,677 + 10 = 79,677$ . La couleur de l'oxide varie suivant les circonstances dans lesquelles il s'est formé: elle est d'un jaune brunâtre, d'un brun clair, d'un brun foncé ou même noirâtre. Il est tout-à-fait fixe et infusible à la plus forte chaleur blanche, et ne perd point son oxigène. Mêlé avec du charbon, il se réduit avant la chaleur rouge avec une extrême rapidité. Il se dissout facilement dans le borax sans le colorer, et donne un globule vitreux transparent. Il est insoluble dans l'eau; mais, dans quelques circonstances, il forme un hydrate incolore qui attire bientôt l'acide carbonique de l'air, et qui abandonne facilement son eau par l'action de la chaleur.

Les alcalis fixes ne dissolvent pas l'oxide de cadmium d'une manière remarquable; mais ils favorisent sa combinaison avec l'eau. L'ammoniaque le dissout, au contraire, facilement; il blanchit d'abord et se change en hydrate. En faisant évaporer l'ammoniaque, il se précipite à l'état d'un hydrate très-gélatineux.

Avec les acides, l'oxide de cadmium se comporte comme une base saturante; il forme des

sels qui sont presque tous incolores, possèdent une saveur acerbe métallique, sont en partie très-solubles dans l'eau et cristallisables, et ont les caractères suivans :

1°. Les alcalis fixes en précipitent l'oxide à l'état d'hydrate blanc : ajoutés en excès, ils ne redissolvent point le précipité, comme cela a lieu avec l'oxide de zinc.

2°. L'ammoniaque en précipite également l'oxide en blanc, et sans doute à l'état d'hydrate ; mais un excès de cet alcali dissout aussitôt le précipité.

3°. Les carbonates alcalins produisent un précipité blanc qui est un carbonate anhydre : le zinc donne, au contraire, dans les mêmes circonstances, un carbonate hydraté. Le précipité formé par le carbonate d'ammoniaque n'est pas soluble dans un excès de ce dernier : le zinc se comporte d'une manière tout-à-fait différente.

4°. Le phosphate de soude donne un précipité blanc pulvérulent : celui formé par le même sel dans les dissolutions de zinc, est, au contraire, en belles paillettes cristallines.

5°. L'acide hydrosulfurique et les hydrosulfates précipitent le cadmium en jaune ou en orange. Ce précipité se rapproche un peu, par sa couleur, de l'orpiment, avec lequel on pourrait le confondre sans une attention convenable ; mais il s'en distingue en ce qu'il est plus pulvérulent et qu'il se précipite plus promptement ; il s'en éloigne sur-tout par sa facile dissolubilité dans l'acide hydrochlorique concentré et par sa fixité.

6°. Le prussiate triple de potasse et de fer

précipite les dissolutions de cadmium en blanc.

7°. La noix de galle n'y produit aucun changement.

8°. Le zinc en précipite le cadmium à l'état métallique, sous la forme de feuilles dendritiques qui s'attachent au zinc.

Voici les sels dont M. Stromeyer a fait un examen particulier :

Le carbonate de cadmium est pulvérulent et insoluble dans l'eau : il perd facilement son acide par le moyen de la chaleur. Il est composé de 100 d'acide et de 292,88 d'oxide.

Le sulfate cristallise en gros prismes droits, rectangulaires, transparens, ressemblant à ceux du sulfate de zinc, et très-solubles dans l'eau. Il est très-efflorescent à l'air, et perd facilement son eau de cristallisation à une douce température. Il ne se décompose que difficilement au feu, et peut être exposé à une faible chaleur rouge sans éprouver le moindre changement. A une température plus élevée, il abandonne de l'acide, et se change en un sous-sulfate qui cristallise en paillettes et qui se dissout difficilement dans l'eau. Le sulfate neutre est composé de 100 d'acide et de 161,120 d'oxide. 100 parties de ce sel prennent 34,26 d'eau de cristallisation.

Le nitrate de cadmium cristallise en prismes ou aiguilles ordinairement groupés en rayons : il est déliquescent. 100 parties d'acide prennent 117,58 d'oxide, et 100 parties de nitrate sec 28,31 d'eau de cristallisation.

Le chlorure de cadmium cristallise en petits prismes rectangulaires, parfaitement transparens, qui s'effleurissent facilement par la cha-

leur, et qui sont très-solubles. Il se fond avant la chaleur rouge, après avoir perdu son eau de cristallisation, et se prend par le refroidissement en une masse feuilletée, transparente, d'un éclat un peu métallique et nacré, mais qui, à l'air, perd bientôt sa transparence et son éclat, et tombe en une poussière blanche. A une chaleur plus élevée, le chlorure de cadmium se sublime en petites lames micacées qui ont le même éclat et la même transparence que le chlorure fondu, et qui s'altèrent également à l'air. 100 de chlorure fondu contiennent 61,39 de cadmium et 38,61 de chlore.

Le phosphate de cadmium est pulvérulent, insoluble dans l'eau, et se fond, avant la chaleur d'un rouge blanc, en un corps transparent, vitreux. 100 d'acide phosphorique saturé 225,49 d'oxide de cadmium.

Le borate de cadmium obtenu en précipitant une dissolution de sulfate neutre de cadmium par le borax, est à peine soluble dans l'eau. A l'état sec, il est composé, sur 100 parties, de 72,12 d'oxide et de 27,88 d'acide.

L'acétate de cadmium cristallise en petits prismes ordinairement disposés en étoiles, qui sont assez permanens à l'air et très-solubles dans l'eau.

Le tartrate de cadmium cristallise en petites aiguilles molles comme de la laine et à peine solubles dans l'eau. L'oxalate est pulvérulent et insoluble.

Le citrate forme une poussière cristalline, très-peu soluble.

Le cadmium ne se combine avec le soufre que dans une seule proportion, comme avec

l'oxygène. 100 parties de cadmium prennent 28,172 de soufre. Ce sulfure a une couleur jaune tirant à l'orange; sa poussière est d'un très-beau jaune orangé. En le faisant chauffer, il prend d'abord une couleur brune, et ensuite une couleur cramoisi; mais il la perd par le refroidissement. Il est très-fixe au feu: ce n'est qu'à la chaleur d'un rouge blanc qu'il commence à fondre; il cristallise ensuite par le refroidissement en lames transparentes micacées de la plus belle couleur jaune de citron. Il se dissout, même à froid, dans l'acide hydrochlorique concentré, avec dégagement d'acide hydrosulfurique; mais il n'est attaqué que très-difficilement, même avec le secours de la chaleur, si l'acide est délayé.

On ne forme que difficilement le sulfure de cadmium en fondant le soufre avec le métal: on l'obtient beaucoup mieux en faisant chauffer un mélange de soufre et d'oxide de cadmium, ou en précipitant un sel de cadmium par l'acide hydrosulfurique.

Ce sulfure, par la beauté et la fixité de sa couleur, ainsi que par la propriété qu'elle possède de bien s'unir aux autres couleurs, et sur-tout au bleu, promet d'être d'un emploi très-avantageux dans la peinture: quelques essais tentés dans ce but ont donné les meilleurs résultats.

Le phosphore de cadmium obtenu en combinant le métal avec le phosphore a une couleur grise, d'un éclat faiblement métallique: il est très-aigre, extraordinairement réfractaire; mis sur un charbon ardent, il brûle avec une

flamme phosphorique très-belle et se change en phosphate : l'acide hydrochlorique le décompose avec dégagement d'hydrogène phosphuré.

L'iode se combine avec le cadmium aussi bien par la voie sèche que par la voie humide : on obtient de grandes et belles tables hexaèdres. Ces cristaux sont incolores, transparens, inaltérables à l'air ; leur éclat est métallique, tirant au nacré. Ils se fondent avec une extrême facilité, et reprennent par le refroidissement leur forme primitive. Exposés à une chaleur plus élevée, ils se décomposent et laissent dégager de l'iode : l'eau et l'alcool les dissolvent facilement. Ils sont composés de 100 parties de cadmium et de 227,43 d'iode.

Le cadmium s'unit facilement avec la plupart des métaux lorsqu'on le chauffe avec eux sans le contact de l'air, pour éviter son oxidation. Ses alliages sont la plupart aigres et sans couleur ; cependant jusqu'à présent on n'en a fait qu'un petit nombre avec exactitude.

L'alliage de cuivre et de cadmium est d'une couleur blanche tirant un peu au jaune clair ; son tissu est à très-petites lames ; il est très-aigre, et, dans la proportion de  $\frac{1}{100}$ , le cadmium communique encore beaucoup d'aigreur au cuivre. Exposé à une chaleur suffisante pour fondre le cuivre, l'alliage se décompose, et le cadmium se volatilise entièrement. On n'a pas, d'après cela, à craindre que, dans la fabrication du laiton, le cadmium qui pourrait être contenu dans le zinc cause aucun dommage ; on explique aussi pourquoi la tutie contient ordinairement

de l'oxide de cadmium. Cet alliage était composé de 100 parties de cuivre et de 84,2 de cadmium.

L'alliage de platine et de cadmium ressemble beaucoup extérieurement au cobalt arsenical ; sa couleur est très-blanche, presque d'un blanc d'argent ; son tissu est extraordinairement fin, et il est très-aigre et difficile à fondre.

100 parties de platine, chauffées avec du cadmium jusqu'à ce que l'excès de ce dernier métal fût volatilisé, en ont retenu 117,3.

Le cadmium s'unit au mercure avec la plus grande facilité, même à froid. La couleur de l'amalgame est d'un très-beau blanc d'argent ; son tissu est grenu et cristallisé ; les cristaux sont des octaèdres ; il est dur et très-fragile ; sa densité est plus grande que celle du mercure : la chaleur de 75° suffit pour le fondre. Il est composé de 100 de mercure et de 27,78 de cadmium.

Les résultats des analyses précédentes se fondent tous sur des expériences directes, et non sur des calculs ; ils sont presque tous la moyenne de plusieurs expériences différant peu entre elles. On trouvera, au reste, en les comparant, que non-seulement ils s'accordent très-bien entre eux, mais aussi qu'ils correspondent aux équivalens adoptés pour les élémens des composés. Néanmoins M. Stromeyer se propose de leur donner encore plus de précision, parce qu'il pense, et avec raison, que pour que les équivalens puissent servir, en général, à corriger avec avantage pour la science les résultats des analyses, il faut qu'ils aient la plus grande précision.

20. *Vodanium*, nouveau métal découvert par M. Lampadius. (Annales de Chimie, tome XI, page 201.)

M. Lampadius a découvert ce métal dans un minéral de Topschan, en Hongrie, que l'on croyait être un minéral de cobalt. Ce minéral est d'un blanc d'étain très-sombre, qui, en se ternissant, devient gris et brun à la surface; il est en masse; sa cassure est inégale, grenue; il est demi-dur, aigre, peu difficile à casser; sa pesanteur spécifique est de 5,192; il est composé de 0,20 de vodanium uni à du nickel, du fer, du soufre et de l'arsenic.

Le vodanium a une couleur d'un jaune de bronze; sa pesanteur spécifique est de 11,470.

Il est malléable, très-attirable à l'aimant; sa cassure est crochue.

A l'air froid il conserve son éclat, mais par la chaleur il se change en un oxide noir.

Ses dissolutions dans les acides sont blanches, tirant un peu au jaune de vin; ses carbonates et ses hydrates sont également blancs. Le précipité obtenu par l'ammoniaque est d'un bleu d'indigo pâle. Les phosphates et les arseniates alcalins ne produisent point de précipités dans ses dissolutions saturées. Il en est de même de l'infusion de noix de galle; le zinc précipite de sa dissolution muriatique une poudre noire métallique. Le précipité produit par le prussiate triple de potasse, est d'un gris de perle.

L'acide nitrique dissout également bien le métal et son oxide; la dissolution cristallise en aiguilles blanches déliquescentes.

21. *Des phénomènes que présentent quelques métaux lorsqu'on les soumet à la coupellation, soit seuls, soit alliés entre eux; par M. Chaudet, essayeur des monnaies.* (Annales de Chimie, tome XII, page 342.)

L'étain pur se fond, se couvre d'une couche d'oxide gris noirâtre, lequel, en s'oxigénant davantage, laisse dégager, si la température est élevée, une légère vapeur d'oxide d'étain, manifeste dans quelques-unes de ses parties des points incandescens, finit par augmenter beaucoup de volume, présente sur toute sa surface une véritable combustion, laquelle ne tarde pas à cesser. L'oxide reste assez uniformément rouge; en se refroidissant il devient d'abord d'un jaune citron, puis parfaitement blanc.

L'antimoine noircit légèrement, laisse dégager un peu de vapeur, se fond ensuite en reprenant son éclat métallique, dégage une vapeur blanche et épaisse, se vaporise complètement et laisse la surface de la coupelle colorée en jaune citron; couleur qui disparaît en entier par le refroidissement et ne laisse que quelques traits jaunâtres et quelques auréoles d'un rose extrêmement pâle, dans les parties où il touchait le vase.

Le zinc se ramollit, devient noir, s'enflamme en répandant une fumée blanche et épaisse et une lumière très-vive. L'oxide s'élève en dôme au-dessus du vase qui le contient; il paraît verdâtre, mais par le refroidissement, il devient d'un blanc éclatant.

Le bismuth pur se fond, se recouvre d'oxide fondu que la coupelle absorbe, et répand une

Étain.

Antimoine.

Zinc.

Bismuth.

légère vapeur qui serpente autour du vase. La coupelle, lorsqu'elle est froide, est colorée en un beau jaune orange semé de quelques taches vert-pré.

**Plomb.** Le plomb présente les mêmes phénomènes que le bismuth; mais la coupelle reste colorée en jaune citron, et cette couleur pâlit peu-à-peu à l'air.

**Cuivre.** Le cuivre fond si le fourneau est assez chaud, et se couvre d'une couche d'oxide d'un noir foncé; dès qu'il est froid, il laisse apercevoir quelquefois sur la coupelle des taches roses de protoxide de cuivre.

**Étain et antimoine.** L'étain qui contient de l'antimoine donne un oxide blanc parsemé de taches grises noirâtres; un quart de centième d'antimoine suffit pour produire cet effet. Lorsque l'antimoine contient de l'étain, après l'entière vaporisation du premier métal, la coupelle reste tachée circulairement de gris de diverses nuances, le centre est noir et contient quelquefois des fragmens d'une substance d'un brun rougeâtre.

**Étain et zinc.** Lorsque le zinc uni à l'étain forme le quart de l'alliage, on le reconnaît à la coupellation par la combustion du zinc et par la légèreté d'une partie de l'oxide, et lorsqu'il n'y est même que dans la proportion d'un cinquième, il s'oppose à la production des points incandescens qui se manifestent toujours sur l'étain pur, et colore plus ou moins fortement, suivant sa proportion, l'oxide de ce métal.

**Étain et bismuth.** Le bismuth allié à l'étain, même dans la proportion de 5 pour 100, donne à l'oxide de ce métal une couleur grise mêlée de jaune, et seulement grise lorsqu'il n'y en a qu'un centième.

On peut reconnaître moins de 5 pour 100 de plomb dans l'étain, par la couleur de rouille qu'il donne à l'oxide de ce dernier métal, et moins d'un centième d'étain dans le plomb, parce que ce dernier porté à la coupelle, se fond sans se découvrir, reste terne et laisse apercevoir à la surface du bain de petites quantités d'oxide d'étain.

Quand la température est très-élevée, on peut, par la couleur que prend la coupelle dans laquelle on a soumis des alliages d'étain et de cuivre, reconnaître quelques centièmes de ce dernier.

22. *Recherches sur la composition des corps inorganiques; par J. Berzélius. (Annales de Chimie, tome II, p. 58, 115, 225.)*

Dans ces recherches, M. Berzélius a eu pour objet de déterminer avec toute la précision possible la composition d'un grand nombre de combinaisons; nous nous bornerons à rapporter ses résultats.

On sait que l'oximuriate de potasse exposé au feu, perd six fois la quantité d'oxigène contenu dans la potasse muriate; au moment où l'oximuriate commence à se décomposer, l'oxigène entraîne une portion de ce sel sous forme de fumée blanche. En évitant cette perte au moyen d'un appareil convenable, M. Berzélius a trouvé que l'oximuriate donne, terme moyen, 0,3915 d'oxigène à la chaleur rouge.

D'un autre côté 100 de muriate de potasse donnent 192,4 de muriate d'argent, et 100 d'argent donnent 152,75 de muriate d'argent; d'après cela :

Oxide d'argent.

L'oxide d'argent est composé de :

Argent. . . . .	0,95112	... 100
Oxigène. . . . .	0,06888	... 7,5986

Muriate d'argent.

Le muriate d'argent est composé de :

Acide muriatique. . . . .	0,190966	... 100
Oxide d'argent. . . . .	0,809034	... 423,653

Muriate de potasse.

Le muriate de potasse est composé de :

Acide muriatique. . . . .	0,36743	... 100
Potasse. . . . .	0,63257	... 174,882

Potasse.

La potasse est composée de :

Potassium. . . . .	0,830484	... 100
Oxigène. . . . .	0,169516	... 20,402

La capacité de saturation de l'acide muriatique, est de 29,184.

Oxide de plomb.

L'oxide de plomb pur, réduit par le gaz hydrogène dans un appareil pesé, produit :

100 de plomb pour 107,7228 d'oxide.

Nitrate de plomb.

100 de nitrate de plomb sec, donnent par la calcination 67,31 d'oxide, ce qui suppose que cet oxide est composé de :

Plomb. . . . .	100
Oxigène. . . . .	7,7448

Muriate de plomb.

100 de muriate de plomb fondu et pur, donnent 103,35 de muriate d'argent ; le muriate de plomb est donc composé de :

Acide muriatique. . . . .	0,1974	... 100
Oxide de plomb. . . . .	0,8026	... 406,585

D'après cela l'oxide de plomb doit contenir :

Plomb. . . . .	100
Oxigène. . . . .	7,7516

Carbonate de plomb.

Le carbonate de plomb préparé en précipitant le nitrate de plomb, soit par le carbonate de soude, soit par le carbonate d'ammoniaque, produit par la distillation :

Acide carbonique. . . . .	0,16442	... 100
Oxide de plomb. . . . .	0,83333	... 506,823
Eau. . . . .	0,00225	

Cela suppose que 100 de plomb prennent 7,7218 d'oxigène.

La composition de l'oxide de plomb qui paraît être la plus vraisemblable, est celle de :

Plomb. . . . .	0,92829	... 100
Oxigène. . . . .	0,07171	... 7,725

100 de plomb donnent 146,44 de sulfate de plomb ;

D'après cela l'acide sulfurique doit être composé de :

Soufre. . . . .	0,401395	... 100
Oxigène. . . . .	0,598605	... 148,49

et l'acide sulfureux doit être composé de :

Soufre. . . . .	0,5014	... 100
Oxigène. . . . .	0,4986	... 98,954

D'après la pesanteur spécifique de l'acide sulfureux, que M. Berzélius a trouvée être de 1,31, cet acide devrait contenir :

Soufre. . . . .	0,5088	... 100
Oxigène. . . . .	0,4912	... 96,52

On ignore à quoi tient cette différence dans les résultats.

100 de muriate de baryte cristallisé et privé d'eau, donnent 138,07 de muriate d'argent et 112,17 de sulfate de baryte ; il en résulte que le muriate de baryte est composé de :

Acide muriatique. . . . .	0,2657	... 100
Baryte. . . . .	0,7353	... 279,226

Que le sulfate de baryte est composé de :

Acide sulfurique. . . . .	0,34337	... 100
Baryte. . . . .	0,65663	... 191,07

Baryte. et que la baryte est composée de :

Barium. . . . .	0,89549	...	100
Oxigène. . . . .	0,10451	...	11,65

Phosphates. L'acide phosphorique a une grande tendance à former avec la chaux le sous-phosphate qui se trouve dans les os; ce phosphate se mêle souvent au phosphate neutre; de là ces anomalies qu'on a remarquées dans la composition des phosphates de chaux. (*Annales des Mines*, tom. II, p. 83.)

En faisant digérer de l'ammoniaque sur le phosphate neutre de baryte, on obtient un sous-phosphate composé de :

Acide phosphorique. . . . .	0,2707	...	100
Baryte. . . . .	0,7293	...	269,3

Les sous-multiples des bases dans les différents phosphates de baryte et de chaux, la quantité d'acide restant la même, sont comme il suit :

	de baryte.	de chaux.
Dans le biphosphate. . . . .	1	1
le phosphate acide préparé par l'alcool. . . . .	1 1/2	1 1/3
le phosphate neutre. . . . .	2	2
le premier sous-phosphate. . . . .	2 1/2	2 2/3
le second sous-phosphate. . . . .	3	3

La quantité de base étant la même, les multiples de l'acide sont :

	de baryte.	de chaux.
Dans le second sous-phosphate. . . . .	1,0	1,000
le premier sous-phosphate. . . . .	1,2	1,125
le phosphate neutre. . . . .	1,5	1,500
le phosphate acide préparé par l'alcool. . . . .	2,0	2,250
le biphosphate. . . . .	3,0	3,000

Acide borique.

L'acide borique cristallisé et pur perd 0,221

d'eau à la chaleur d'un bain de sable, 0,35 à la chaleur rouge et 0,44 lorsqu'on le combine avec une base, par exemple avec l'oxide de plomb.

Le borate d'ammoniaque cristallisé, décomposé par la chaux, a été trouvé composé de :

Ammoniaque. . . . .	0,3795	...	100
Acide borique. . . . .	0,3031	...	79,895
Eau. . . . .	0,3173		

Borate d'ammoniaque.

D'après cela, la capacité de saturation de l'acide borique est de 37,085.

D'après la composition du borate de magnésie natif, elle est de 18,54, à-peu-près moitié de 37,085.

Le borax fait dans les sels de baryte des précipités, qui sont des mélanges de borate et de biborate.

D'après sa capacité de saturation, l'acide borique doit contenir :

Bore. . . . .	0,2583	...	100
Oxigène. . . . .	0,7417		287,10

Lorsqu'on tient le fluaté d'argent en fusion, il laisse continuellement dégager de l'acide fluorique et du gaz oxigène, et il se sépare de l'argent métallique.

Le fluaté d'argent fondu, indépendamment de l'agent métallique dont il est mélangé, donne 112,57 de muriate d'argent pour 100 de fluaté.

Le fluaté de soude forme dans les dissolutions de muriate de baryte un précipité peu soluble dans l'eau, qui est composé de baryte, d'acide fluorique et d'acide muriatique.

Lorsque le fluaté de chaux contient de la silice, il fait effervescence à froid avec l'acide sulfurique concentré; mais lorsqu'il est pur, il augmente de volume, devient gélatineux et demi-transparent, et le dégagement de l'acide sul-

Fluaté de chaux.



furique ne commence qu'à un certain degré de chaleur.

100 de fluat de chaux produisent 173,68 de sulfate de chaux calciné ; d'après cela :

Fluat de chaux.

Le fluat de chaux est composé de :

Acide fluorique. . .	0,27865	...	100
Chaux. . . . .	0,72137	...	258,9

La capacité de saturation de l'acide est de

Acide fluo-rique.

72,7815, et l'acide fluorique est composé de :

Fluor. . . . .	0,2722	...	100
Oxigène. . . . .	0,7278	...	262,84

Acide ar-senieux.

L'acide arsenieux est changé en sulfure par le soufre, et il se dégage de l'acide sulfureux ; d'après le poids de l'acide sulfureux dégagé, on trouve que l'acide arsenieux contient :

Arsenic. . . . .	0,3414	...	100
Oxigène. . . . .	0,6586	...	192,91

100 d'arseniate de plomb neutre donnent 89,53 de sulfate de plomb.

Arseniate de plomb.

L'arseniate est donc composé de :

Acide arsenique. . .	0,2525	...	100
Oxide de plomb. . .	0,7475	...	296,24

Arseniate de baryte.

L'arseniate de baryte neutre, obtenu en précipitant un sel de baryte par l'arseniate de soude neutre, est en petites lames cristallines ; il donne 86,93 de sulfate de plomb, et il est par conséquent composé de :

Acide arsenique. . .	0,4924	...	100
Baryte. . . . .	0,5706	...	152,88

Cet arseniate traité humide par l'ammoniaque donne un sous-arseniate qui produit 101,4 de sulfate de baryte, et qui est par conséquent composé de :

Sous-arseniate de baryte.

Acide arsenique. . .	0,5344	...	100
Baryte. . . . .	0,6656	...	199,04

Les arsenites perdent toujours un peu de leur acide par la chaleur. Arsenites.

L'arsenite de plomb, préparé en précipitant le nitrate de plomb par l'arsenite d'ammoniaque, et fondu dans une cornue de verre, a été trouvé composé de : Arsenite de plomb.

Acide arsenieux. . .	0,47556	...	100
Oxide de plomb. . .	0,52644	...	101,17

On obtient un sous-arsenite en précipitant l'arsenite d'ammoniaque par le sous-nitrate de plomb.

100 de ce sel donnent 93,2 de sulfate de plomb, il contient par conséquent :

Acide arsenieux. . .	0,313	...	100
Oxide de plomb. . .	0,687	...	219,5

Sous-arsenite de plomb.

Il paraît suivre de ces faits, que la capacité de saturation de l'acide arsenique est 13,886, et que dans les sous-arsenates l'acide est combiné avec une fois et demie autant de base, que dans les arseniates neutres. La capacité de saturation de l'acide arsenieux est 7,972, et dans les sous-arsenites, l'acide est combiné avec deux fois autant de base que dans les arsenites neutres. Les quantités d'oxigène dans ces deux acides sont comme 5 : 3, et ces acides sont composés de :

	acide arsenique.		acide arsenieux.	
Arsenic. . .	0,65283	.. 100	0,7581	.. 100
Oxigène. . .	0,34717	.. 53,179	0,2419	.. 31,907

Acides arsenique et arsenieux.

Lorsqu'on fait bouillir l'arsenite d'ammoniaque pour chasser l'excès d'alkali, il se dépose par le refroidissement des cristaux octaédres d'acide arsenieux ne contenant ni eau ni acide. Arsenite d'ammoniaque.

Il y a deux principaux sulfures d'arsenic ; Sulfures.

Réalgar. l'un (le *Réalgar*) est rouge et contient :

Arsenic. . . . .	0,70	...	100
Soufre. . . . .	0,30	...	42,90

Orpiment. L'autre (*l'Orpiment*) est jaune et contient :

Arsenic. . . . .	0,61	...	100
Soufre. . . . .	0,39	...	64,33

Sulfure intermédiaire. M. Laugier a obtenu un sulfure qui contient :

Arsenic. . . . .	0,583	...	100
Soufre. . . . .	0,417	...	71,26

Ce sulfure paraît être formé d'un atome de réalgar et de deux atomes du sulfure qui résulterait de la décomposition de l'acide arsenique par l'hydrogène sulfuré, sulfure qui devrait être composé de :

Arsenic. . . . .	0,483	...	100
Soufre. . . . .	0,517	...	106,91

En outre, le soufre et les sulfures d'arsenic s'unissent ensemble en toutes proportions par fusion. On peut faire absorber à l'orpiment 7 fois son poids de soufre, et en le soumettant à la distillation, il perd du soufre contenant une proportion de plus en plus grande d'arsenic, et le dernier produit est du sulfure rouge; on ne peut donc pas séparer le soufre d'un sulfure par la chaleur.

Oxide d'arsenic. Il paraît certain qu'il existe un oxide d'arsenic; cet oxide est noir, et les acides le transforment en métal et en acide arsenieux.

---

## SUR LES

# BATEAUX A VAPEUR;

PAR M. CLAPEYRON,

Élève ingénieur au Corps royal des Mines.

---

UN spectateur placé sur un bateau qui se meut contre un courant, se croit en repos, et l'eau lui semble animée d'une vitesse égale à celle du bateau, plus celle qu'elle possède réellement pour un observateur placé sur le rivage, en sorte qu'à ses yeux, une machine à vapeur, destinée à faire mouvoir le bateau, n'a pour but que de produire une pression égale et opposée à celle que le courant exerce contre lui.

Dans les circonstances ordinaires, lorsqu'on se trouve sur un terrain résistant, une force morte suffit pour produire cette pression constante; mais le cas dont nous parlons est tout autre. Les fluides qui entourent le bateau, cédant au plus léger effort, le seul moyen qui reste pour se la procurer, est de communiquer aux fluides une force vive dans un sens opposé à celui dans lequel doit agir cette pression.

Ici se présente une question importante, c'est de déterminer, dans chaque cas, la quantité de force vive qu'il faut dépenser pour se procurer une pression donnée pendant un temps donné.

Tome V. 2<sup>e</sup>. livr.

Supposons que la machine ait acquis un mouvement uniforme, et qu'elle communique pendant l'unité de temps une vitesse  $u'$  à une masse d'eau  $m$  déjà douée d'une vitesse  $u$ . Cette vitesse sera communiquée à l'eau au moyen d'une surface plane  $S$  se mouvant dans son sein avec une vitesse  $u'$  et une pression  $p$  communiquée par la machine à vapeur. L'eau réagit à son tour et exercera sur la surface  $S$  une pression  $Sp$ , qui, dans le cas d'équilibre, est égale à celle que le courant exerce contre le bateau, et que je représente par  $A$ .

La masse d'eau  $m$  passant d'une vitesse  $u$  à une vitesse  $u'$ , absorbe une quantité de force vive égale à  $\left(\frac{m(u'^2 - u^2)}{2}\right)$ , qui est égale à celle que la machine à vapeur a développée dans le même temps. Or, celle-ci a évidemment pour expression une masse d'eau, occupant l'espace décrit par la surface  $S$ , ou  $\frac{Su'}{g}$ , élevée à une hauteur correspondante à la pression  $p$ .

On aura donc :  $m \left(\frac{u'^2 - u^2}{2}\right) = \frac{Sp u'}{g}$ . Or, la masse d'eau  $m$  que la surface  $S$ , douée d'une vitesse  $u'$  a entraînée dans son mouvement pendant l'unité, est aussi égale à  $\frac{Su'}{g}$ ; cette équation devient donc  $\frac{Su'}{g} \left(\frac{u'^2 - u^2}{2}\right) = \frac{Su'p}{g}$ , d'où

$$Sp = S \left(\frac{u'^2 - u^2}{2}\right), \text{ et } \frac{Su'}{g} \left(\frac{u'^2 - u^2}{2}\right) = \frac{A u'}{g}$$

La condition de l'équilibre est donc :

$$S \left(\frac{u'^2 - u^2}{2}\right) = A, u' \text{ ayant pour valeur}$$

$$\sqrt{u^2 + \frac{2A}{S}}.$$

Ces relations permettent de résoudre, d'une manière approchée, les principales questions que l'on peut se proposer sur les bateaux à vapeur. On voit qu'en dépensant une force vive égale à  $\frac{A u'}{g}$ , pendant une seconde, on se procure pendant le même temps une pression égale à  $A$ . Or, cette pression est l'effet utile produit, la force vive dépensée est proportionnelle à la dépense en combustible; on doit donc rendre le plus petit possible le rapport  $\left(\frac{A u'}{g}\right) = \frac{u'}{A}$ .

On peut conclure de là que  $u'$  doit avoir la plus petite valeur possible, et par conséquent qu'il est avantageux d'augmenter la surface  $S$  des palettes des roues motrices.

Supposons qu'il s'agisse de déterminer la force à donner à une machine à vapeur, employée sur un bateau, à en remorquer d'autres et à remplacer un nombre de chevaux déterminés par l'expérience. La connaissance de l'effort exercé à chaque instant, par un nombre donné de chevaux, détermine la valeur de  $A, S$ , à une valeur

dépendante des dimensions du bateau.  $z$  étant donné par la question, on déterminera aisément  $z'$ , d'où on conclura la force vive que la machine doit développer pendant l'unité de temps, et conséquemment sa force.

Les équations que je donne, pour parvenir à ce but, ont été établies en m'appuyant sur le principe de la conservation des forces vives; mais les palettes se mouvant avec une vitesse  $z'$  dans de l'eau douée d'une vitesse moindre  $z$ , il en résulte des chocs, et dans les diverses circonstances du jeu de la machine, on observe d'autres causes de perte de force vive qui ne doivent faire regarder les résultats du calcul que comme des limites, dont la pratique peut plus ou moins approcher sans jamais les atteindre.

Les calculs que j'ai établis reposent sur cette idée seule, que le moteur, quel qu'il soit, est employé d'une manière quelconque à communiquer une vitesse  $z'$  à des masses de liquide, dans une direction opposée à celle dans laquelle on veut se procurer une pression; au lieu d'employer pour cela une roue à palette, on peut se servir d'une pompe.

Soient, Pl. II, *fig.* (12), A et B, des ouvertures pratiquées sur le devant du bateau, et communiquant avec un corps de pompe DA dans lequel se meut un piston, mis en mouvement par la machine à vapeur. Si en A, B, C et D, sont placées des soupapes ajustées convenablement, le mouvement alternatif du piston communiquera à l'eau, affluente successivement en B et A, une force vive dépendante de sa vitesse et du rapport des diamètres du corps de pompe et du tuyau EF.

On pourra terminer celui-ci où l'on voudra,

pourvu cependant que son axe se trouve parallèle à la direction du courant. La pression motrice s'exercera alors sur la paroi du tuyau opposée à l'orifice. Si donc on fait varier sa position, on fera en même temps varier la direction de la pression, et on pourra ainsi rendre très-facile la manœuvre du bateau sans employer de gouvernail. Pour parvenir à ce but, il suffit de percer le tuyau EF d'ouvertures latérales, que l'on puisse ouvrir ou fermer à volonté.

Peut-être serait-il avantageux de prolonger le tuyau de conduite EF jusqu'à l'arrière du bateau; le vide qu'il laisse derrière lui serait alors rempli par l'eau affluente, et on pourrait, je crois, diminuer ainsi la résistance du courant.

L'avantage dont je parle serait sur-tout sensible dans les canaux étroits, dans lesquels le niveau de l'eau s'élève considérablement sur le devant du bateau, et s'abaisse par le derrière.

Je pense aussi qu'il serait bon que l'orifice par lequel l'eau sort fût le plus bas possible, et que celui par lequel l'eau rentre fût au contraire le plus haut possible. On augmenterait par-là la pression exercée contre la paroi opposée à l'orifice; la pression à vaincre par la machine à vapeur serait, il est vrai, plus grande; mais nous avons vu que pour une même dépense de force vive, il y a plus d'avantage à communiquer une vitesse moindre à une masse d'eau plus grande, qu'une vitesse plus grande à une masse moindre: or, il est évident que lorsque l'orifice est plus enfoncé, la masse d'eau environnante, mise en mouvement par l'eau qui sort, est plus grande que lorsqu'elle sort à une profondeur moindre.

Quoi qu'il en soit, la machine que je propose

me paraît en outre plus simple que celles que l'on a employées jusqu'ici, et occupe moins de place. Il n'y a dans son jeu aucun choc; elle peut s'adapter aisément à un bateau construit pour un tout autre objet, et n'exige pas que ses bords soient aussi élevés au-dessus de l'eau. L'effet utile qu'elle doit produire est théoriquement le même que celui qu'on peut attendre des machines ordinaires; mais comme elle ne présente dans son jeu ni chocs, ni perte de force vive, on doit penser que dans la pratique on approchera plus aisément de l'effet maximum en l'employant, qu'en se servant de roues ordinaires, dont les palettes choquent l'eau obliquement dans la plus grande partie de leur cours. On peut, il est vrai, parer à cet inconvénient d'une manière très-ingénieuse; mais on n'y parvient qu'en augmentant les attirails de la machine.

---

## ANALYSE

DES

### NODULES DE CHAUX PHOSPHATÉE

QUI SE TROUVENT DANS LA CRAIE

DU CAP LA HÈVE (PRÈS LE HAVRE);

PAR M. P. BERTHIER,

Ingénieur au Corps royal des Mines.

---

LA craie du cap La Hève renferme une multitude de grains verdâtres très-petits, et des nodules de même couleur et de grosseurs diverses. Jusqu'ici les minéralogistes se sont accordés à désigner ces grains et ces nodules sous le nom de *chlorite*; mais comme dans l'état actuel de la science ce nom me semble à-peu-près vide de sens, ou au moins applicable à un grand nombre de minéraux d'une nature très-différente (1),

---

(1) Il en est actuellement de la dénomination de *chlorite* comme il en était autrefois des dénominations de *schorl*, *spath*, *zéolithe*, etc., dont les anciens minéralogistes ont fait un si grand abus: il est temps ou de la bannir de la nomenclature, ou de la définir d'une manière précise. Tout ce qui est granuleux, d'un blanc verdâtre ou d'un vert grisâtre, plus ou moins

j'ai cru utile de rechercher, par l'analyse, la composition de la principale substance contenue dans la craie du cap La Hève.

J'ai lieu de croire que les petits grains ne sont pas de la même nature que les nodules; mais je n'ai pu encore examiner que ceux-ci.

Ces nodules sont d'un gris foncé nuancé d'une légère teinte de vert; ils ont une cassure grenue et terne; leur grosseur varie depuis celle d'un grain de millet jusqu'à celle d'une noix; leur forme est arrondie et irrégulière; ils se détachent nettement de la craie; ces deux substances ne sont jamais fondues l'une dans l'autre.

Lorsqu'on les calcine en morceaux, ils deviennent d'un gris plus foncé et perdent 0,08 de leur poids; lorsqu'on les calcine avec le contact de l'air, après les avoir réduits en poudre, ils deviennent d'un rouge sale, s'agglomèrent un peu et perdent 0,11. Ces effets proviennent de ce que outre de l'eau ils contiennent une matière bitumineuse qui ne peut se brûler complètement que dans le second cas, et de ce qu'ils renferment du protoxide de fer qui se suroxyde par le contact de l'air.

L'acide acétique n'attaque que faiblement ce minéral, et ne lui enlève qu'un peu de chaux en produisant une légère effervescence. Les acides forts agissent promptement sur lui, le dissolvent en grande partie et laissent un résidu noir un peu gélatineux.

foncé; est maintenant qualifié du nom de *chlorite*, comme autrefois on qualifiait du nom de *zéolithe* tous les minéraux faisant gelée avec les acides, etc.

1) 10<sup>s</sup> calcinés avec le contact de l'air ont perdu 1<sup>s</sup>,10.

2) 10<sup>s</sup> traités par l'acide muriatique ont perdu 0<sup>s</sup>,42 d'acide carbonique; en ajoutant à la différence 0<sup>s</sup>,68 avec la perte par la calcination, la quantité d'oxigène 0<sup>s</sup>,07 absorbée par le protoxide de fer, on trouve que la proportion de l'eau et des matières bitumineuses s'élève à 0<sup>s</sup>,75.

3) 5<sup>s</sup> ont été traités par l'eau régale; le résidu insoluble calciné a pesé 0,93.

Ce résidu a paru être un mélange d'argile sablonneuse et de silice gélatineuse; il n'a donné à l'analyse qu'une très-petite quantité d'alumine.

4) La dissolution a été évaporée tout-à-fait à siccité, et le résidu a été repris par l'eau. Il est resté une matière insoluble qui est devenue brune par la calcination et a pesé 0<sup>s</sup>,9; c'était un mélange de phosphate de fer et de phosphate de chaux. On l'a redissous dans l'acide muriatique; on a précipité le fer par le prussiate de potasse, filtré et précipité ensuite le phosphate de chaux par l'ammoniaque: ce phosphate calciné a pesé 0<sup>s</sup>,15. On a conclu, par différence, que le résidu contenait 0<sup>s</sup>,75 de phosphate de tritoxide de fer.

5) La partie soluble dans l'eau (4) a été précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniaque. Le précipité calciné a pesé 1<sup>s</sup>,7; c'était du phosphate de chaux mêlé d'une très-petite quantité d'oxide de fer. Dans une autre expérience le précipité a pesé davantage, mais il retenait environ 0<sup>s</sup>,1 d'oxide de fer. On s'est assuré de sa nature en le dissolvant dans l'acide muriatique, précipitant la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, puis le fer et

un peu de phosphate de chaux par l'ammoniac, évaporant la liqueur et calcinant les sels : il est resté un verre acide, soluble dans l'eau, formant avec les sels d'argent un précipité jaune, et présentant enfin tous les caractères de l'acide phosphorique.

6) On a ajouté à la liqueur (5), précipitée par l'hydrosulfate d'ammoniac, de l'oxalate d'ammoniac; il s'est fait un dépôt qui, calciné, a pesé 0<sup>e</sup>82 : c'était de la chaux.

7) Enfin, en y versant ensuite du phosphate d'ammoniac, on a eu une quantité de phosphate de magnésie représentant 0<sup>e</sup>05, au plus, de magnésie.

D'après ces données et en considérant que le fer est certainement à l'état de protoxide, dans le minéral, on trouve que celui-ci contient :

Acide phosphorique. . . . .	0,257
Acide carbonique. . . . .	0,042
Chaux. . . . .	0,354
Protoxide de fer. . . . .	0,067
Magnésie. . . . .	0,010 au plus.
Argile et silice. . . . .	0,186
Eau et matière bitumineuse. . .	0,075
	<hr/>
	0,991

Si l'on sature la magnésie d'acide carbonique, puis si l'on combine le reste de l'acide carbonique avec de la chaux, on verra que la quantité de chaux qui restera sera à la quantité d'acide phosphorique à très-peu près dans le même rapport que dans l'apatite, dans laquelle la quantité

d'oxigène de la base est à la quantité d'oxigène de l'acide :: 3 : 5. Il est donc très-vraisemblable que tel est l'état de combinaison dans lequel se trouvent la magnésie, la chaux, l'acide carbonique et l'acide phosphorique; mais alors il ne reste aucune portion d'acide à laquelle le protoxide de fer puisse être combiné. Cependant cet oxide est une base trop forte et d'ailleurs trop avide d'oxigène pour qu'il puisse exister dans un minéral hors de toute combinaison : il est probable qu'il est uni à de la silice, et l'état demi-gélatineux de la partie insoluble dans les acides rend cette conjecture presque certaine. Il n'y a pas de moyen de séparer l'une de l'autre de la silice gélatineuse et de l'argile; il est par conséquent impossible de savoir quelle est la composition du silicate de fer qui se trouve mêlé dans les nodules de la craie du cap La Hève. Seulement, comme ce silicate est facilement et complètement décomposable par les acides, on peut affirmer qu'il ne renferme pas un excès de silice; ainsi, il doit en contenir au plus la moitié de son poids ou 0,067. On voit que cette quantité, mêlée à 0,12 d'argile, ne peut rendre le mélange que médiocrement gélatineux.

Je suis porté à croire que les petits grains qui se trouvent dans la craie du cap La Hève, sont formés du même silicate de fer que nous venons de voir être mélangé dans les nodules.

D'après ce qui précède les nodules sont com-

posés de :

Phosphate de chaux. . . . .	0,573
Carbonate de chaux. . . . .	0,070
Carbonate de magnésie. . . . .	0,020
Silicate de fer et argile. . . . .	0,253
Eau et matière bitumineuse. . . . .	0,075
	<hr/>
	0,991

Dans le cours de l'analyse on a obtenu du phosphate de fer et un excès de chaux dans les liqueurs, parce que toutes les fois qu'il se trouve en même temps dans une dissolution de l'acide phosphorique, de la chaux et du tritoxide de fer, ce tritoxide se sépare à l'état de combinaison avec de l'acide phosphorique, soit qu'on le précipite par l'ammoniaque, un carbonate ou un hydrosulfate alcalin sans excès; je me suis assuré de ce fait par une expérience directe, et j'ai même reconnu qu'on pourrait se servir, avec avantage, du tritoxide de fer, pour opérer la décomposition du phosphate de chaux et en séparer complètement la chaux. Pour cela, il faudrait employer un excès de cet oxide et précipiter de la dissolution le phosphate de fer et l'oxide surabondant, soit par l'ammoniaque pure et sans excès (un excès de cet alcali réagirait sur le précipité et mettrait à nu une portion de l'acide phosphorique qui se porterait sur la chaux et reformerait du phosphate de chaux dont le dépôt se trouverait mélangé), soit par un sous-carbonate aussi sans excès; alors on traiterait le précipité humide par l'acide acétique, on évaporerait

jusqu'à siccité à une douce chaleur, et on reprendrait par l'eau, qui dissoudrait exactement toute la chaux et laisserait tout le phosphate de fer et l'oxide de fer. On pourrait aussi évaporer la dissolution muriatique à siccité et reprendre par l'eau, ainsi qu'on l'a fait dans l'analyse qui vient d'être rapportée. Mais une condition essentielle, c'est que le fer soit complètement amené à l'état de peroxide; car le protoxide se comporte avec la chaux et l'acide phosphorique d'une manière tout opposée.

La chaux phosphatée du cap La Héve est de même nature que celle de Wissant (1), et l'unc et

(1) Voyez *Annales des Mines*, tome IV, page 623.

Il s'est glissé dans ce memoire une faute d'impression très-essentielle à corriger. Au lieu de ces mots: « Cette chaux » phosphatée paraît avoir la même composition que la phosphorite d'Estramadure, composition très-différente de celle » de l'apatite » (page 632, ligne 8), il faut lire: Cette chaux phosphatée paraît avoir la même composition que l'apatite, composition très-différente de celle de la phosphorite d'Estramadure.

Voici le détail d'une analyse qui prouve évidemment l'exactitude de cette assertion. Un échantillon du minéral de Wissant, mêlé de pyrite, a donné :

Acide phosphorique. . . . .	0,2400
Acide carbonique. . . . .	0,0400
Chaux. . . . .	0,3470
Oxide de fer. . . . .	0,0130
Pyrites. . . . .	0,0780
Argile. . . . .	0,1960
Eau, matière bitumineuse et perte.	0,0860
	<hr/>
	1,0000



l'autre ayant la même composition que l'apatite (abstraction faite des mélanges), doivent être distinguées de la *phosphorite d'Estramadure*, dont la composition est toute différente, si l'analyse que Pelletier en a faite est exacte.

En supposant la chaux et l'acide phosphorique combinés dans le même rapport que dans l'apatite, on déduit de ces données :

Carbonate de chaux. . . . .	0,0917
Phosphate de chaux. . . . .	0,5310
Chaux en excès. . . . .	0,0040
Oxide de fer. . . . .	0,0130
Pyrites. . . . .	0,0780
Argile. . . . .	0,1960
Eau, bitume et perte. . . . .	0,0863
	1,0000

Résultat qui fait voir que la quantité de chaux hors de combinaison est si petite, qu'elle doit être négligée. Il ne paraît pas que l'oxide de fer soit ici, comme dans les nodules du cap La Héve, combiné avec la silice : il est plus vraisemblable qu'il provient de la décomposition d'une certaine quantité de pyrite.

## OBSERVATIONS

*Sur l'écoulement des fluides ;*

PAR C.-J. LEHOT, ingénieur des Ponts-et-Chaussées.

IL résulte de quelques expériences de M. Dubuat, consignées dans le second volume de ses *Principes d'hydraulique* :

1°. Que les liquides s'écoulent, sous une même charge, plus lentement par un tube capillaire que par une ouverture de même diamètre pratiquée en mince paroi ;

2°. Qu'il y a une certaine charge qui, pour un tube vertical donné, produit une vitesse qui reste constante, quoiqu'on augmente la longueur du tube ; mais qui s'accélère si l'on diminue cette longueur ;

3°. Que sous une même hauteur de fluide, à la même température et par le même tube, un volume d'eau pure s'écoule plus promptement qu'un volume égal d'alcool ou d'eau salée, mais moins vite qu'un pareil volume de mercure ;

4°. Enfin, on doit, à M. Dubuat, cette observation fort curieuse, que le temps nécessaire pour l'écoulement d'un volume d'eau donné, par le même tube capillaire et sous une même hauteur de fluide, est d'autant moindre que la température de ce liquide est plus élevée.

On a cru récemment pouvoir expliquer ces faits, en supposant : 1°. que la surface de la paroi intérieure du tube capillaire exerce sur l'eau une action à distance qui fait adhérer à cette surface une couche fluide qui diminue d'autant le rayon du tube par lequel l'écoulement s'opère ;

2°. Que cette couche est variable pour les dif-

férens fluides, et moins épaisse pour l'eau que pour l'alcool, en sorte que ce dernier liquide s'écoule réellement par un tube d'un plus petit diamètre;

3°. Que la couche d'eau adhérente à la paroi du tube et stagnante pendant l'écoulement, augmente à mesure que la température baisse, et qu'elle est dans les basses températures de plus d'un millimètre.

Cette théorie peut paraître séduisante par son extrême simplicité; mais elle est manifestement en contradiction avec les faits suivans.

Si on laisse tomber du sablon très-fin dans un réservoir dont l'eau s'écoule par un tube de verre, ce sablon sera entraîné dans le tube, et parmi les grains il y en aura quelques-uns qui, en descendant, suivront la paroi, de manière qu'il sera impossible de distinguer entre eux et cette paroi le moindre intervalle. D'ailleurs, si la diminution de dépense dans l'écoulement par les tubes capillaires dépendait principalement de l'épaisseur de la couche adhérente à la paroi, il est évident que la longueur du tube n'influerait pas sur cette dépense: or, on sait que, jusqu'à une certaine limite, elle diminue à mesure que le tube augmente de longueur.

Si la couche de liquide adhérente au tube est extrêmement mince, et ne diminue pas sensiblement son diamètre, comme il semble résulter des observations précédentes, on ne peut donc point attribuer à la plus ou moins grande épaisseur de cette couche les modifications de l'écoulement par le changement de température, lesquelles d'ailleurs paraissent résulter de ce que l'adhérence de l'eau pour les corps solides diminue à mesure que la température augmente.

Du moins, c'est la conclusion qu'il semble que l'on peut tirer des expériences suivantes.

Newton a prouvé qu'une colonne d'eau qui oscille dans un siphon dont les deux branches sont cylindriques et verticales, fait des oscillations isochrones et égales en durée à celles que ferait un pendule dont la distance entre le centre de suspension et celui d'oscillation serait égale à la moitié de la longueur de cette colonne (1). Sans la résistance qu'elle éprouve dans son mouvement, elle oscillerait donc continuellement en faisant des oscillations de même durée; en sorte que la diminution de l'amplitude de ses oscillations et l'anéantissement complet de son mouvement n'ont lieu qu'en vertu des résistances qu'elle éprouve.

Si on compare donc dans un même siphon les oscillations de colonnes de même longueur, mais de liquides différens et à des températures différentes, on pourra déterminer celles qui éprouvent le plus de résistance.

J'ai donc pris un siphon de verre d'un diamètre constant dans toute sa longueur. J'ai introduit successivement dedans des colonnes de différens liquides mais de même longueur. Ensuite, en inclinant le siphon, j'ai fait monter le liquide à un point déterminé, et j'ai appliqué le doigt sur l'extrémité correspondante; en sorte qu'en remettant le siphon dans la position verticale, une des colonnes était plus haute que l'autre de 16 centimètres. Alors, en ôtant le doigt, la colonne totale faisait un certain nombre d'oscillations avant de parvenir à l'état d'équilibre.

(1) *Newtonis philos. natur. princip. Mathem. liber secundus, propositio XLIV.*

Il est résulté de ces expériences le tableau suivant :

	TEMPÉRATURE.	NOMBRE total d'oscillations.	AMPLITUDE DE LA	
			1re. oscillat.	2e. oscillat.
Eau. . . .	17 d.	12	13 c., 5	11 c.
Alcool. . .	17 d.	9	12 c., 3	9 c., 8
Mercure. .	17 d.	16	15	13
Eau. . . .	17 d.	16	14	12
Alcool. . .	30 d.	16	14 c., 5	12
Eau. . . .	6 d.	8	12 c., 5	10
Alcool. . .	6 d.	7	11 c., 8	9 c., 2

La cause principale de la résistance qu'éprouvent ces différens fluides en se mouvant est manifestement l'adhésion de la colonne totale à la paroi intérieure du siphon : en effet, une couche adhérente au tube, en diminuant son diamètre, n'influerait pas sur la vitesse, et la seule adhésion des molécules fluides entre elles, qui modifie le mouvement, ne l'altérerait pas, si l'adhésion à la paroi était nulle : d'après ces observations, il paraît donc qu'on peut poser en principe :

1°. *Qu'à la température de 17<sup>e</sup>, la perte de vitesse qu'éprouve une colonne d'eau en mouvement dans un tube de verre est moindre que celle qu'éprouve une colonne d'alcool de même longueur, et plus grande que celle qu'éprouve une colonne de mercure ;*

2°. *Que l'adhésion de l'eau et de l'alcool pour le verre diminue à mesure que la température augmente.*

L'analogie entre ces faits et ceux observés par M. Dubuat, relativement à l'écoulement des liquides par les tubes capillaires, doit faire présumer que ces phénomènes sont dus à une même cause, c'est-à-dire, à l'adhésion du liquide pour la paroi plus ou moins mouillée.

Enfin, une autre expérience prouve que l'augmentation de dépense par les tubes capillaires, lorsque la température augmente, n'a pas pour cause principale l'augmentation de diamètre du jet, mais bien la plus grande vitesse des filets fluides.

J'ai adapté à un réservoir un petit tube capillaire, recourbé de manière à ce que son autre extrémité fût verticale, ainsi que le jet qui en sortait. Lorsque l'eau était à 12 degrés, le jet s'élevait à 15 centimètres, et lorsqu'elle était à 60 degrés, il s'élevait à 18 centimètres. Ainsi, *sous une même hauteur de fluide, un jet qui s'échappe par un tube capillaire s'élève plus haut à mesure que la température de l'eau augmente.* Or, comme cette hauteur du jet dépend de la vitesse du liquide au sortir du tube, et non du diamètre de la veine fluide, il faut en conclure que l'augmentation de dépense n'est pas due à l'accroissement du diamètre du jet, mais bien à l'augmentation de vitesse des filets fluides.

Un disque qui tourne sur lui-même dans un liquide éprouve aussi d'autant moins de résistance que la température est plus élevée : c'est ce qu'on peut observer à l'aide de l'appareil que M. Coulomb a décrit dans le 3<sup>me</sup> volume des *Mémoires de l'Institut.*

On sait que cet appareil consiste en un disque de cuivre traversé perpendiculairement par une tige cylindrique dont l'axe passe par le centre du disque. Cette tige est terminée, à sa partie supérieure, par une pince qui sert à serrer l'extrémité d'un fil de laiton vertical. A la partie inférieure de ce cylindre est fixé un autre

disque de fer-blanc, parallèle au premier, et que l'on plonge dans le liquide dont on veut éprouver la résistance. On éloigne le disque supérieur de sa position d'équilibre, en le faisant tourner sur lui-même, sans écarter son axe de la verticale : ensuite on l'abandonne et on mesure l'amplitude de ses oscillations successives.

J'ai trouvé qu'un disque de fer-blanc de 8 centimètres de diamètre, le disque supérieur étant écarté de 135 degrés ; faisait, dans de l'huile à 131 degrés, une première oscillation dont l'amplitude était de 265 degrés, et la seconde de 240 degrés.

Dans de l'huile à 16 degrés, la première oscillation était de 210 degrés, et la seconde de 70.

Dans de l'eau à 17 d., un disque de fer-blanc de 14 centimètres de diamètre, le disque supérieur étant écarté de 135 d., faisait une première oscillation dont l'amplitude était de 245 degrés, et celle de la seconde de 188 degrés.

Dans de l'eau à 78 d., l'amplitude de la première oscillation était de 267 d., et celle de la seconde de 218 d.

D'où il résulte que la résistance qu'éprouve le disque de fer-blanc augmente à mesure que la température diminue : au reste, les pertes de mouvement qu'il éprouve dépendent de plusieurs causes que je tâcherai d'évaluer séparément dans un autre mémoire.

Il paraît, d'après les observations précédentes, que l'écoulement des fluides par les tubes capillaires est retardé par les mêmes causes qui diminuent l'écoulement par des tuyaux d'un grand diamètre. Les molécules qui composent la première couche perdent de leur vitesse par leur adhésion à la paroi ; celles de la seconde,

par leur adhésion à la première ; enfin, celles d'une couche quelconque par leur adhésion à la couche qui la précède. Ces pertes de vitesse étant d'autant moindres que la couche que l'on considère est plus éloignée de la paroi, les vitesses des filets fluides doivent aller en diminuant du centre à la circonférence.

Parmi les faits qui prouvent l'adhésion que je suppose exister entre les molécules fluides, je citerai les suivants :

Si on approche contre la partie lisse d'un jet d'eau vertical la partie lisse d'un jet d'eau incliné, au moment du contact, ils s'enrouleront l'un autour de l'autre, et si le jet vertical est d'un diamètre beaucoup plus grand que l'autre, ce dernier formera autour de lui une espèce d'hélice.

L'adhésion de l'eau pour elle-même se manifeste encore dans l'expérience suivante : si on produit, à l'aide d'un tube capillaire adapté verticalement à un réservoir entretenu constamment plein, un écoulement goutte à goutte, la vitesse de cet écoulement peut être telle, qu'en plongeant l'extrémité du tube dans l'eau, on puisse ensuite l'éloigner de la surface de ce liquide de 15 à 20 millimètres, sans que le jet perde de sa continuité ; tandis que s'il ne communiquait pas à l'eau, il ne produirait que des gouttes successives et isolées.

Enfin, cette adhésion se manifeste aussi entre les fluides hétérogènes. Si l'on retire de l'eau un cylindre de verre de 3 à 4 millimètres de diamètre, il restera à son extrémité une goutte de ce liquide. Si ensuite on laisse couler le long de la surface du cylindre une petite goutte

d'huile, elle viendra se fixer sous celle d'eau. Enfin, on pourra souvent parvenir à placer sous l'huile une seconde portion d'eau, et alors la masse entière présentera une couche d'huile en équilibre entre deux couches d'eau; phénomène qui donne une preuve expérimentale de cette assertion de d'Alembert, que l'excès de densité des tranches supérieures n'est point un obstacle à l'équilibre des fluides hétérogènes.

Si le cylindre de verre est chargé d'une goutte d'huile, et qu'on laisse tomber le long de sa surface une goutte d'eau, de lait ou d'alcool coloré, ces fluides se placeront ordinairement au-dessous de l'huile: quelquefois les deux gouttes, restant toujours en contact, se placeront l'une à côté de l'autre, et formeront encore une masse de fluide en équilibre, et terminée par une surface de révolution.

Je n'étendrai pas plus loin ces considérations, me proposant de publier sous peu de temps une dissertation sur l'influence de l'adhésion dans les phénomènes de l'équilibre et du mouvement des fluides. J'observerai seulement qu'il paraît qu'on peut tirer des faits exposés dans ce Mémoire, les conclusions suivantes:

1°. Que la diminution de dépense dans l'écoulement de l'eau, de l'alcool, par les tubes capillaires additionnels, est due à la diminution de vitesse de tous les filets fluides, et non pas à l'existence d'une couche stagnante plus ou moins épaisse, adhérente aux parois du tube;

2°. Que l'augmentation de température diminue l'adhésion de l'eau, de l'alcool, pour le verre;

3°. Que l'accroissement de l'écoulement par les tubes capillaires, lorsque la température augmente, est dû principalement à la diminution de l'adhésion de la colonne liquide pour la paroi du tube.

## ANALYSES

DE

## SUBSTANCES MINÉRALES.

(EXTRAITS DE JOURNAUX.)

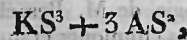
### 1. Analyse de l'amphigène et de la méionite dioctaèdre; par M. A. Arfwedson.

Famille  
potassium.

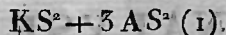
Composition.	Amphigène.	Méionite dioctaèdre.
Silice. . . . .	0,5610	0,5870
Alumine. . . . .	0,2310	0,1995
Potasse. . . . .	0,2115	0,2140
Chaux. . . . .	0,0135	0,0135
Oxide de fer. . . . .	0,0095	0,0040
	1,0130	1,0180

M. Arfwedson a reconnu que l'amphigène devient fusible par l'addition de 0,02 de carbonate de chaux, et que la fusibilité est d'autant plus grande que l'on ajoute une plus grande proportion de carbonate de chaux.

En considérant la chaux qui se trouve dans la méionite comme accidentelle, la composition de ce minéral pourra être exprimée par la formule



et celle de l'amphigène par la formule



2. *Analyse de l'apophyllite ; par M. Berzélius.*

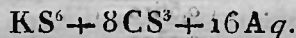
M. Berzélius a trouvé dans l'apophyllite d'Uto :

Silice.	0,52900
Chaux.	,25207
Potasse.	0,05266
Eau.	0,16000

0,99373

La composition de l'apophyllite de Fassa est sensiblement la même.

La formule minéralogique de ce minéral est :



Famille sodium. 3. *Analyse de l'eau de la mer Morte ; par M. Gay-Lussac. (Annales de Chimie, t. XI, p. 195.)*

Sa saveur est très-salée et amère ; sa pesanteur spécifique est de 1,2283 (à 17°). Cette densité est assez grande pour qu'un homme puisse facilement surnager sur la mer Morte, sans faire aucun mouvement, et pour qu'un homme debout ne s'y enfonce que des 81 centièmes de sa hauteur.

(1) Pour l'intelligence de ces formules, voyez le Nouveau Système de Minéralogie de M. Berzélius, et l'Essai sur la Théorie des Proportions chimiques et sur l'Influence chimique de l'électricité, du même auteur.

L'eau exposée à un froid de — 7° ne laisse précipiter aucun sel ; elle commence à déposer du sel marin à la température de 15° lorsqu'elle a perdu, par l'évaporation, les 0,0471<sup>e</sup>. de son poids.

L'hygromètre de Saussure, plongé dans l'air en contact avec cette eau, marque environ 82°, c'est-à-dire, que l'air ne prend que les deux tiers de l'humidité qu'il prendrait s'il reposait sur de l'eau pure. Les bords de la mer Morte doivent donc jouir en général d'une atmosphère sèche ; et il est probable que cette mer est parvenue à un point fixé de salure, relativement à l'humidité de l'air et à sa température.

L'eau de la mer Morte contient :

	Sels sans eau.
Muriate de soude.	0,0695
Muriate de chaux.	0,0398
Muriate de magnésie.	0,1531
	0,2624

et en outre une très-petite quantité de muriate de potasse et des traces d'un sulfate très-probablement à base de chaux.

4. *Essai de l'eau du Jourdain ; par M. Gay-Lussac. (Annales de Chimie, tome XI, page 197.)*

L'eau du Jourdain n'a pas de saveur sensible ; elle ne tient en dissolution qu'une très-petite quantité de sels. Ces sels sont principalement du muriate de soude, du muriate de magnésie et une très-légère quantité de sulfate et probablement de muriate de chaux ; mais il paraît que la

proportion relative de ces sels n'est pas la même que dans l'eau de la mer Morte.

5. *Mémoire sur la pesanteur spécifique et la température des eaux de la mer, dans différentes parties de l'Océan et dans des mers particulières, avec quelques détails sur la proportion des substances salines que ces eaux contiennent; par le Dr. Alexandre Marcet, de la Société royale de Londres. (Annales de Chimie, tome XII, p. 295.)*

Dans la détermination des pesanteurs spécifiques des eaux de la mer, M. Marcet a suivi la méthode ordinaire, c'est-à-dire, qu'il a constamment comparé le poids d'un volume donné de l'eau qu'il voulait éprouver au poids d'un volume égal d'eau distillée prise à la même température.

L'appareil consistait en une fiole de verre mince presque sphérique, contenant 5 ou 6 cents grammes d'eau distillée; on bouchait l'orifice avec un plan de verre mince, bien dressé à l'émeri et à travers lequel on avait pratiqué une ouverture longitudinale très-déliée, par laquelle pouvaient s'écouler quelques petites gouttes de liquide, ce qui évitait la rupture de la fiole.

Pour faire les analyses, il a fait évaporer une portion de l'eau et il a desséché les sels à la température de 100°. Il a admis, d'après l'expérience, qu'à cette température, le muriate de chaux retient 0,381 d'eau, le muriate de magnésie 0,48, et que le sulfate et le muriate de soude n'en retiennent pas du tout.

Il a précipité l'acide muriatique dans une seconde portion de l'eau, par le nitrate d'argent,

et il a chauffé le muriate d'argent jusqu'à commencement de fusion.

Dans une troisième portion, il a précipité l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, et il a fait sécher le sulfate de baryte à la température de 100°; à cette température ce sel retient 0,029 d'eau, et ne renferme par conséquent que 0,33 d'acide sulfurique. Enfin, dans une quatrième portion, il a précipité d'abord la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et ensuite la magnésie à l'aide du phosphate d'ammoniaque, ou de soude, avec l'addition du carbonate d'ammoniaque. Il a fait dessécher l'oxalate de chaux à la température de 100°; ce sel contient alors 0,3923 de chaux. Quant au phosphate de magnésie, il l'a fait chauffer au rouge au chalumeau dans un creuset de platine très-mince et très-petit, et il a admis qu'il contenait, après avoir subi cette opération, 0,40 de magnésie.

10	10	10	10	10	10
20	20	20	20	20	20
30	30	30	30	30	30
40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	50	50
60	60	60	60	60	60
70	70	70	70	70	70
80	80	80	80	80	80
90	90	90	90	90	90
100	100	100	100	100	100
110	110	110	110	110	110
120	120	120	120	120	120
130	130	130	130	130	130
140	140	140	140	140	140
150	150	150	150	150	150
160	160	160	160	160	160
170	170	170	170	170	170
180	180	180	180	180	180
190	190	190	190	190	190
200	200	200	200	200	200

TABLEAU de la pesanteur spécifique et des résultats de l'analyse des eaux puisées dans différentes mers, la quantité de chacune étant supposée du poids de 1000 grammes.

Numéros des expériences.	Pesanteur spécifique.	Résidu de l'évaporation de 1000 g. d'eau.	Muriate d'argent.	Sulfate de baryte.	Oxalate de chaux.	Phosphite de magnésie.
1	1027,27	39,	78,40	6,6	1,7	5,4
2	1019,70	28,30	54,	4,8	1,4	3,6
3	1002,35	3,50	6,4	0,2	0,1	0,06
4	1027,05	39,	77,8	6,50	1,9	5,8
5	1027,85	39,20	80,6	7,4	1,8	6,2
6	1028,19	41,20	80,8	7,5	2,	6,4
7	1022,55	32,20	63,6	6,	1,2	4,4
8	1014,02	21,60	39,2	3,9	1,1	3,0
9	1004,09	6,60	14,0	1,4	0,4	1,2
10	1020,28	28,22	56,8	5,3	0,8	4,7
11	1028,19	42,	80,8	7,1	1,8	6,4
12	1028,86	42,60	84,	7,7	1,6	5,4
13	1022,91	32,20	65,8	2,7	1,5	4,4
14	1027,30	39,40	79,	7,2	1,6	6,
15	1211,00	385,	652,8	1,0	19,5	111,
16	1165,07	223,	475,	132,	0,	21,

No. 1. Eau de l'Océan arctique. La pesanteur spécifique moyenne de l'eau de ces mers, déduite de celle de douze échantillons différens, est de 1026,64.

2. *Idem*, de la surface.
3. *Idem*, eau de glace. Côte du Spitzberg.
4. *Idem*, à une certaine profondeur.
5. Vers l'équateur. Prise à la surface.
6. Océan atlantique méridional.
7. Mer Blanche.
8. Mer Noire.
9. Baltique. Tous les précipités sont légèrement teints par quelque matière végétale ou animale.

10. Mer de Marmara. Prise à la surface.

11. *Idem*, eau du fond. Il s'est précipité par l'évaporation un peu de carbonate de chaux.

12. Milieu de l'Océan atlantique nord. Il résulte des données de l'expérience que cette eau contient :

Acide muriatique. . . . .	0,016000	Muriate de soude. . . . .	0,02660
Acide sulfurique. . . . .	0,00254	Muriate de chaux. . . . .	0,00123
Chaux. . . . .	0,00063	Muriate de magnésie. . . . .	0,00515
Magnésie. . . . .	0,00216	Sulfate de soude. . . . .	0,00466
Soude. . . . .	0,01622		
		0,03755	0,03764

13. Mer Jaune. L'eau est jaunâtre; elle a l'odeur hépatique; elle dépose un peu de carbonate de chaux et contient moins de magnésie que les autres.

14. Méditerranée. Prise à Marseille et probablement moins salée à cause du voisinage des rivières.



15. Mer Morte.

16. Lac Ourmia, en Perse, dans la province de Aderbijan, à peu de distance du *mont Ararat*. Il a 300 milles de circonférence; ses eaux sont parfaitement limpides, mais elles ont une odeur de soufre désagréable et très-prononcée; les poissons n'y peuvent point vivre.

M. Marcet conclut de ses expériences,

1°. Que l'Océan au sud de l'équateur semble plus salé que dans l'hémisphère boréal;

2°. Que la pesanteur spécifique des eaux de l'équateur étant égale à 1027,77 ne surpasse que très-peu celle des eaux de l'hémisphère boréal, qui est de 1026,64, mais qu'elle est sensiblement inférieure au résultat qu'a donné l'hémisphère austral, savoir 1029,20;

3°. Que les variations de pesanteur spécifique, dans l'eau de la mer, n'ont aucune liaison avec les longitudes;

4°. Que les observations, abstraction faite de quelques circonstances locales, ne confirment pas l'opinion que l'eau de la mer est moins imprégnée de sel à la surface qu'à une grande profondeur;

5°. Que les eaux de l'Océan paraissent, en général, d'autant plus salées, qu'on est plus loin des côtes et que la mer a plus de profondeur. Le voisinage des glaces semble également diminuer la salure;

6°. Que les mers intérieures sont moins salées que l'Océan, quoiqu'elles communiquent avec lui: ceci est sur-tout frappant pour la Baltique, et, à un moindre degré, pour la mer Noire, la mer Blanche, la mer de Marmara et la mer Jaune;

7°. Que la mer Méditerranée fait exception

à la règle précédente et est plus salée que l'Océan.

L'eau de la mer se congèle à  $-2^{\circ},2$ ; on peut abaisser sa température jusqu'à  $-7^{\circ},3$  sans qu'elle se congèle, mais aussitôt qu'elle se solidifie la température remonte à  $-2^{\circ},2$ ; lorsqu'on la congèle en partie, la glace contient beaucoup moins de sels que la partie liquide, et souvent même elle n'en retient qu'une très-petite quantité (voyez n°. 3).

L'eau de mer se contracte jusqu'au terme de sa congélation.

Il résulte des observations du capitaine Sabine, que dans la baie de Baffin la température de l'eau de la mer est d'autant moindre qu'on descend plus profondément.

Selon le lieutenant Franklin, dans le voisinage de Spitzberg, sous le 80°. de latitude, la température de la mer est plus grande au fond qu'à la surface.

6. *Analyse du pétatite d'Uto; par M. A. Arfwedson.*

Famille  
lithium.

Ce minéral se trouve en masse accompagné de quartz, de feldspath, de triphane, de tourmaline et quelquefois de mica. Il est d'un blanc de lait ou rosé; sa cassure longitudinale est lamelleuse ou écailleuse; sa cassure transversale est compacte; il est parfaitement transparent en petits fragmens; il fait feu au briquet et raye le verre; sa pesanteur spécifique est de 2,421.

Au chalumeau et sans addition, il se fond presque aussi bien que l'adulaire et on obtient un verre qui d'abord est blanchâtre, mais qui ensuite, par une fusion plus forte, devient

transparent avec de petites bulles d'air dans l'intérieur; avec le borax il se dissout un peu mieux que le feldspath, et le verre devient clair et incolore.

2<sup>e</sup> de pétatite en poudre très-fine ont été calcinés pendant une heure et demie dans un creuset de platine avec 8<sup>e</sup> de carbonate de baryte; on a eu une masse blanche compacte, mais non fondue; on a saturé d'acide muriatique et on a eu 1,607 de silice.

On a précipité la baryte de la dissolution par l'acide sulfurique, et on a séparé ensuite, par le sous-carbonate d'ammoniaque, 0,532 d'alumine bien pure.

Tous les liquides ayant été évaporés à sec, on a chassé du résidu les sels volatils, par la chaleur, et on a obtenu une matière saline qui s'est dissoute dans l'eau en laissant un peu de sulfate de chaux.

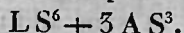
Le sel, dissous dans l'eau, était du sulfate acide de lithion (1). On a ajouté de l'ammoniaque à la dissolution, on a évaporé et calciné, et on a eu 0,919 de sulfate neutre de lithion qui contiennent 0,288 de base.

La moyenne de plusieurs analyses a été:

Silice. . . . .	0,79212
Alumine. . . . .	0,17225
Lithion. . . . .	0,05761

1,02198

Cette composition est exprimée par la formule



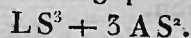
(1) Nous ferons connaître, dans la prochaine livraison, les propriétés du lithion.

7. *Analyse du triphane; par M. A. Arfwedson.*

Le triphane, analysé par le même procédé que le pétatite, a donné à M. Arfwedson :

Silice. . . . .	0,6640
Alumine. . . . .	0,2530
Lithion. . . . .	0,0885
Oxide de fer. . . . .	0,0145
Substances volatiles. . . . .	0,0045
	<hr/>
	1,0245

La formule minéralogique de cette pierre est



8. *Analyse de la tourmaline verte, dite lépidolithe cristallisée, d'Uto; par M. A. Arfwedson.*

Cette pierre est d'un bleu verdâtre foncé, souvent d'un vert plus clair. Elle est cristallisée en prismes réguliers comme la tourmaline; elle est assez tendre pour se laisser rayer par le couteau.

Elle est infusible au chalumeau, sans addition, mais elle perd sa couleur; elle se dissout lentement dans le borax, et produit un verre sans couleur.

Elle est attaquable en partie par les acides.

L'analyse ayant été faite comme celle du pétatite, M. Arfwedson obtint du sulfate de lithion qu'il décomposa par l'acétate de baryte; il calcina l'acétate de lithion et il remarqua qu'il se boursoufflait et se fondait en verre comme le borax: ce phénomène lui fit soupçonner la présence de l'acide borique. Il y en avait effective-

ment ; car après avoir traité la masse saline par l'acide muriatique, il obtint, par l'évaporation, un sel qui se dissolvait en partie dans l'alcool et lui donnait la propriété de brûler avec une flamme verdâtre, ce qui caractérise très-bien l'acide borique.

Pour trouver la quantité de cet acide, il a fondu le minéral avec du sulfate acide de potasse ; il a fait bouillir la masse avec de l'alcool et dessécher le liquide, et il a eu 0,011 d'une substance qui avait tous les caractères de l'acide borique ; mais il croit n'en avoir pas trouvé la véritable proportion.

Le résultat de l'analyse a été :

Silice. . . . .	0,4050
Alumine. . . . .	0,4050
Lithion. . . . .	0,0430
Oxide de fer. . . . .	0,0485
Oxide de manganèse. . . . .	0,0150
Acide borique. . . . .	0,0110
Substances volatiles. . . . .	0,0360

0,9615

M. Berzélius a trouvé une trace d'acide borique et du lithion avec de la soude dans la Rubellite de Sibérie ; et dans la tourmaline de Koringbricka, il a trouvé de la magnésie et de la potasse, sans lithion ni acide borique. Y a-t-il des tourmalines à base de potasse, de soude, de lithion et de magnésie, tout comme il y a des aluns avec ces différentes bases, mais à ce qu'il paraît d'une même forme cristalline ? dit M. Berzélius.

9. *Analyse de l'uranite d'Autun ; par M. Berzélius.* Famille calcium.

On a chauffé le minéral à une chaleur modérée pour en éloigner l'humidité hygroscopique, dont sa structure lamelleuse le rend très-avide ; puis on l'a calciné.

On l'a fait dissoudre dans l'acide muriatique, on en a séparé la gangue insoluble ; on a rapproché la dissolution jusqu'à ce qu'elle commençât à cristalliser, et on y a ajouté ensuite un mélange d'alcool et d'acide sulfurique ; il s'est déposé du sulfate de chaux qu'on a lavé avec de l'alcool.

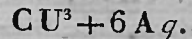
La liqueur étendue d'eau a été précipitée par l'ammoniaque ; l'oxide calciné a été repris par l'acide muriatique, et le liquide mêlé à du carbonate d'ammoniaque en excès, il est resté de l'oxide d'étain. Le liquide, d'où l'oxide d'urane avait été précipité, évaporé à sec et le sel exposé au feu, a laissé des traces de magnésie et de manganèse. Le résultat de l'analyse a été :

Chaux. . . . .	0,0687
Oxide d'urane. . . . .	0,7215
Eau. . . . .	0,1570
Oxide d'étain. . . . .	0,0075
Silice, magnésie, manganèse. . . . .	0,0080
Gangue. . . . .	0,0250

0,9877

Ce minéral est un uranate de chaux inégalement coloré en vert par l'hydrate d'oxide d'urane.

Sa formule minéralogique est :



Tome V, 2<sup>e</sup>. livr.

P

On le trouve en Cornouailles coloré en vert foncé par un mélange d'arséniate de cuivre.

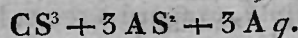
On ne peut séparer la chaux de l'oxide d'urane ni par l'oxalate, ni par l'ammoniaque, ni par le carbonate d'ammoniaque.

10. *Analyse de la zéolithe farineuse d'Erlfors; par M. Hisinger.*

Il l'a trouvée composée de :

Silice. . . . .	0,5376
Alumine. . . . .	0,1847
Chaux. . . . .	0,1090
Eau. . . . .	0,1123
Oxide de fer. . . . .	0,0402
	<hr/>
	0,9838

et il représente sa composition par la formule

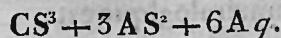


11. *Analyse de la chabasie de Gustafsberg; par M. Berzélius.*

Il y a trouvé :

Silice. . . . .	0,5068
Alumine. . . . .	0,1790
Chaux. . . . .	0,0970
Potasse. . . . .	0,0170
Eau. . . . .	0,1950
	<hr/>
	0,9948

et il exprime sa composition par la formule



12. *Analyse de la cérine; par M. Hisinger. (Annales de Chimie, tome X, page 271.)*

Ce minéral ressemble au wolfram et à l'amphibole; mais on l'en distingue aisément par sa pesanteur spécifique, sa fusibilité, etc. Il est opaque, il raye le verre; sa pesanteur spécifique est de 3,8.

Au chalumeau, il se fond aisément en un globe noir et opaque sans addition; avec le borax il donne un verre jaunâtre, et avec la soude un globe gris verdâtre. Il n'est qu'imparfaitement attaqué par les acides; il se trouve à Bastnaes, en Westmanie; il est accompagné de cérite et d'asbeste.

a) On a calciné pour doser les substances volatiles.

b) On a chauffé avec deux parties de carbonate de potasse, pendant une heure, dans un creuset de platine; la matière s'est fondue. On l'a mise en digestion avec de l'eau qui n'a enlevé qu'un peu de silice.

c) La partie insoluble a été traitée par l'acide muriatique; on a séparé la silice.

d) La dissolution muriatique ayant été neutralisée par l'ammoniaque, on en a précipité le fer par le benzoate d'ammoniaque.

e) Après avoir chassé du liquide l'excès d'acide benzoïque par l'évaporation et par l'action de l'acide nitrique, on a précipité l'alumine et l'oxide de cérium par l'ammoniaque en excès, et on a séparé ces deux substances l'une de l'autre au moyen de la potasse.

f) La liqueur ammoniacale (c) a été saturée d'acide muriatique; on en a précipité du cuivre

par le prussiate de potasse, et ensuite de la chaux par le carbonate de potasse. Le résultat a été :

Silice. . . . .	0,5017
Alumine. . . . .	0,1131
Chaux. . . . .	0,0912
Oxide de cérium. . . . .	0,2819
Oxide de fer. . . . .	0,2072
Oxide de cuivre. . . . .	0,0087
Parties volatiles. . . . .	0,0040

1,0078

L'augmentation provient de l'oxygène absorbé par le fer et le cérium, qui sont au minimum d'oxidation dans le minéral.

M. Berzélius est porté à croire que la cérine est un mélange d'amphibole et de cérîte.

Famille  
glucium.

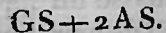
13. *Analyse de l'eucrase; par M. Berzélius.*

Ce minéral a donné à M. Berzélius :

Silice. . . . .	0,4522
Alumine. . . . .	0,3056
Glucine. . . . .	0,2178
Oxide de fer. . . . .	0,0222
Oxide d'étain. . . . .	0,0070

0,9848

Sa formule minéralogique est



Pour faire l'analyse, M. Berzélius a fritté la pierre avec trois fois son poids de sous-carbonate de soude et a traité par l'acide muriatique; il est resté une poudre blanche composée d'oxide d'étain et de glucine. On la rendit soluble en la chauffant avec du sulfate acide de potasse; on

en sépara ensuite l'étain par l'hydrogène sulfuré, et la glucine par l'ammoniaque. Quant à l'alumine et à la glucine, on les a séparés par le carbonate d'ammoniaque.

14. *Analyse du lasionite et de la wavellite; par le Dr. J. N. Fuchs, professeur de chimie et de minéralogie à Landshut. (Extrait du journal de Schweigger.)*

Famille  
aluminium.

Le lasionite a été trouvé dans la mine de fer de Saint-Jacques, près de Ambeurg, dans le Haut-Palatnat, où il est disséminé sur du manganèse oxidé brun. Il est cristallisé en aiguilles capillaires et ressemble à la zéolithe fibreuse. Au chalumeau, il est infusible sans addition, et donne à la flamme une teinte d'un vert bleuâtre; avec le carbonate de soude, il se fond en une pâte farineuse et se boursouffle.

Il est soluble dans les acides nitrique et muriatique, et plus soluble encore dans la potasse ou la soude caustiques.

On a dissous 25 grains de lasionite dans de la potasse; on a ajouté à la liqueur une dissolution de muriate de chaux préparée avec 25 grains de carbonate de chaux; il s'est précipité du phosphate de chaux avec excès de chaux, et il est resté dans la liqueur de l'alumine pure. On a redissous le phosphate de chaux dans l'acide muriatique, et au moyen de l'ammoniaque on a précipité de la liqueur de sous-phosphate de chaux pur. On a eu pour résultat :

Alumine. . . . .	0,3656
Acide phosphorique. . . . .	0,3472
Eau. . . . .	0,2800

0,9928

La wavellite a des propriétés toutes semblables à celles du lasionite. M. Fuchs l'ayant analysée par le même procédé, obtint une plus grande proportion d'alumine et une augmentation de poids de 8 pour 100. Il reconnut que cela provenait de ce qu'il avait fait bouillir la liqueur alcaline sur le précipité de phosphate de chaux; une partie de ce phosphate s'était dissoute et avait augmenté le poids de l'alumine en se précipitant avec de la terre. Pour éviter cet inconvénient, il recommença l'analyse par un procédé tout différent.

25 grains de wavellite furent dissous dans une lessive de potasse, et on y ajouta une solution de silicate de potasse contenant 25 grains de silice: il en résulta une bouillie épaisse; on étendit d'eau et on filtra. La matière restée sur le filtre était du silicate d'alumine et de potasse, insoluble dans l'eau et dans les carbonates alcalins, qui fit gelée avec les acides, et on sépara la silice de l'alumine par les moyens ordinaires.

La liqueur filtrée ne se troubla pas par l'ammoniaque, et ne donna point de silice par l'évaporation à siccité. On y ajouta de l'ammoniaque et du muriate de chaux, et il s'en précipita du phosphate de chaux, mêlé peut-être d'un peu de carbonate de chaux. La wavellite se trouva composée de :

Alumine.	10,5720
Acide phosphorique.	6,3512
Eau.	0,3800

17,3032

Il résulte de ces analyses que le lasionite et la wavellite sont identiques, et formés l'un et l'autre d'alumine combinée à l'acide phosphorique.

15. *Analyse de la wavellite; par M. Berzélius.*

Lorsqu'on chauffe la wavellite, soit par la voie sèche, soit par la voie humide, avec ou sans carbonate alcalin, elle devient en grande partie soluble dans l'eau.

200 parties de wavellite en poudre fine, 150 parties de cristal de roche et 600 parties de sous-carbonate de soude ont été mêlées ensemble et exposées à une chaleur rouge pendant une demi-heure. La masse frittée a été mise en digestion avec de l'eau. La partie insoluble contenait, outre le silicate double d'alumine de la soude, du fer, du manganèse et de la chaux; on a dosé toutes ces substances par les moyens ordinaires.

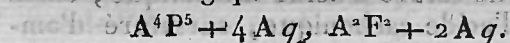
La liqueur alcaline a été mêlée avec du carbonate d'ammoniaque et évaporée à siccité, ce qui en a séparé la plus grande partie de la silice. On a ensuite saturé d'acide muriatique, laissé évaporer l'acide carbonique, sursaturé d'ammoniaque, qui en a séparé encore un peu de silice, et on a fini par y ajouter du muriate de chaux. Le sous-phosphate de chaux qui en est résulté, pesait 156,25. On le fit dissoudre dans l'acide muriatique, on y ajouta un excès d'acide sulfurique, et on évapora jusqu'à ce que les vapeurs acides n'attaquassent plus un morceau de verre superposé. On étendit alors la masse dans l'alcool, qui laissa non dissoutes 205,5 de gypse, en dissolvant en même temps l'acide phosphorique et l'excès d'acide sulfurique. On a séparé ces derniers acides l'un de l'autre au moyen du muriate de baryte, qui précipita d'abord l'acide sulfurique; et ensuite, par l'addition d'un excès

d'ammoniaque, on précipita l'acide phosphorique. Le sous-phosphate de baryte, ainsi obtenu, pesait 245,8 équivalentes à 66,8 d'acide phosphorique. La quantité de gypse obtenue indique une quantité de 70,91 d'acide dans le phosphate de chaux mêlé avec du fluaté de chaux : en retranchant les 66,8 d'acide phosphorique, il en restait 4,11 pour l'acide fluorique.

L'analyse a donné :

Alumine. . . . .	0,5535
Acide phosphorique. . . . .	0,5340
Acide fluorique. . . . .	0,0206
Chaux. . . . .	0,0050
Oxides de fer et de manganèse. . . . .	0,0125
Eau. . . . .	0,2680
	<hr/>
	0,9936

Si le fluaté d'alumine n'est que mélangé dans la wavellite, comme cela est probable, la formule minéralogique de ce minéral sera :



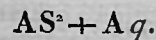
16. *Analyse de la fahlunite nörre*; par M. Hisinger.

M. Hisinger a trouvé ce minéral, auquel on a aussi donné le nom de *triklasite*, composé de :

Silice. . . . .	0,4679
Alumine. . . . .	0,2675
Magnésie. . . . .	0,0297
Oxide de fer. . . . .	0,0501
Oxide de manganèse. . . . .	0,0045
Eau. . . . .	0,1550
	<hr/>
	0,9545

En regardant le fer, le manganèse et la ma-

gnésie comme accidentels, il a exprimé la composition par la formule :

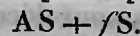


17. *Analyse de l'almandine ou grenat de Fahlun*; par M. Hisinger. (Annales de Chimie, tome X, page 275.)

Sa forme est le dodécaèdre rhomboïdal; sa couleur le brun rougeâtre foncé; sa pesanteur spécifique 4,2. Il se trouve dans la mine de cuivre de Fahlun, enveloppé de chlorite. Il se fond au chalumeau en un globule noir, opaque et attirable. Il contient :

Silice. . . . .	0,3966
Alumine. . . . .	0,1966
Protoxide de fer. . . . .	0,3968
Oxide de manganèse. . . . .	0,0180
	<hr/>
	1,0080

Sa composition s'exprime par la formule :

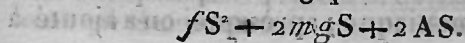


18. *Analyse du grenat de Broddbo*; par M. d'Ohsson.

L'analyse de ce minéral a donné :

Silice. . . . .	0,3900
Alumine. . . . .	0,1450
Protoxide de fer. . . . .	0,1544
Protoxide de manganèse. . . . .	0,2790
Oxide d'étain, trace de silice et d'acide tungstique. . . . .	0,0109
	<hr/>
	0,9773

La formule minéralogique est donc :

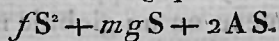


19. *Analyse du grenat de Finbo; par M. le colonel Arzhénius.*

Ce grenat renferme :

Silice. . . . .	0,4208
Alumine. . . . .	0,1775
Protoxide de fer. . . . .	0,1926
Protoxide de manganèse. . . . .	0,1966
Chaux. . . . .	0,0124
	0,9999

Sa formule minéralogique est :



Famille.  
manganèse.

20. *Analyse du manganèse phosphaté ferrifère de Limoges; par M. Berzélius.*

On a dissous ce minéral dans l'acide muriatique ; on a précipité la dissolution en y ajoutant un excès d'hydrosulfure d'ammoniaque, avec lequel on a fait digérer le précipité pendant quelques momens, pour décomposer toute trace de sous-phosphate qu'il aurait pu contenir ; on a filtré et on a lavé le précipité avec de l'eau aiguisée par de l'hydrosulfure d'ammoniaque : l'addition d'un peu d'hydrosulfure ou d'hydrogène sulfuré enlève à l'eau la propriété qu'elle a de dissoudre une petite quantité de sulfure de fer en se colorant en vert.

On a précipité l'acide phosphorique, contenu dans la liqueur, au moyen du muriate de chaux, etc.

Les sulfures métalliques ont été dissous dans l'acide muriatique après avoir été grillés, la liqueur neutralisée, et le fer précipité par le succinate d'ammoniaque ; après quoi on a ajouté à

la liqueur un carbonate alcalin, qui a précipité du manganèse mêlé d'une petite quantité de phosphate de chaux.

Ce précipité ayant été calciné et pesé, on l'a traité par de l'acide nitrique faible, on a neutralisé la liqueur, on l'a étendue d'eau et on y a ajouté de l'oxalate d'ammoniaque ; il s'est formé un précipité qui, décomposé au feu, laissa un mélange de carbonate de chaux et d'oxide de manganèse, d'où l'acide nitrique faible a extrait avec effervescence une certaine quantité de carbonate de chaux dont on a calculé l'équivalent en phosphate de chaux.

On a eu pour résultat :

Acide phosphorique. . . . .	0,3280
Protoxide de fer. . . . .	0,3190
Protoxide de manganèse. . . . .	0,3260
Phosphate de chaux. . . . .	0,0320

1,0050

Ce minéral est évidemment un sous-phosphate double de fer et de manganèse (1), dans

(1) M. Vauquelin avait trouvé dans ce minéral :

Acide phosphorique. . . . .	0,27
Oxide de fer. . . . .	0,51
Oxide de manganèse. . . . .	0,42

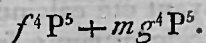
1,00

et il le considérait comme un phosphate double contenant le fer et le manganèse à un degré peu élevé d'oxidation. (*Journal des Mines*, tome XI, page 295.)

Nous en avons plusieurs fois fait l'analyse au laboratoire de l'École des Mines, et les résultats que nous avons obtenus sont tout-à-fait conformes à ceux de M. Berzélius. Voici les procédés que nous avons suivis :



lequel il se trouve accidentellement un peu de phosphate de chaux. Sa composition est exprimée par la formule :



21. *Analyse d'une tantalite de Kimito; par M. Berzélius.*

Cette tantalite diffère des tantalites ordinaires par une plus grande pesanteur spécifique (cette pesanteur s'élève quelquefois jusqu'à 7,94), par la couleur rouge de cannelle de sa poussière, et par la propriété qu'elle a de ne se dissoudre qu'en partie dans le borax. Lorsqu'elle est polie, on voit qu'elle n'est pas homogène.

1°. On a dissous dans l'eau-régale, pour amener le fer au maximum d'oxidation, on a précipité la dissolution par un carbonate alcalin sans excès, on a repris le précipité humide par l'acide acétique bouillant, et on a filtré: il est resté du phosphate de fer pur; on a évaporé la dissolution acétique, jusqu'à siccité, à une douce chaleur, et on a versé de l'eau sur le résidu: ce liquide n'a dissous que de l'acétate de manganèse, et il est resté du phosphate de chaux mêlé d'un peu de phosphate de fer et de phosphate de manganèse, etc.;

2°. On a ajouté à la dissolution, dans l'eau-régale, du muriate de fer contenant un poids déterminé de tritoxide; on l'a étendue d'eau et on y a versé du sous-carbonate de soude jusqu'à décoloration complète; on a filtré et on a traité le précipité humide par l'acide acétique bouillant; on a filtré de nouveau et on a réuni la liqueur à la première. Ces liqueurs ayant été évaporées à siccité et le résidu repris par l'eau, n'ont laissé que des traces de phosphate de fer; elles contenaient la chaux et le manganèse qu'on a séparés par les moyens ordinaires. La partie insoluble dans l'acide acétique ne contenait absolument que du fer et de l'acide phosphorique: on l'a décomposée par la potasse caustique, etc.

P. B.

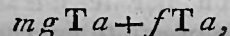
L'analyse a donné à M. Berzélius :

Oxide de tantale. . . . .	0,8370
Oxide de fer. . . . .	0,1405
Oxide de manganèse. . . . .	0,0175
Oxide d'étain. . . . .	0,0077
Chaux. . . . .	0,0055
Silice. . . . .	0,0070
	1,0152

La tantalite commune de Kimito contient :

Oxide de tantale. . . . .	0,832
Oxide de fer. . . . .	0,072
Oxide de manganèse. . . . .	0,074
Oxide d'étain. . . . .	0,006
Chaux. . . . .	trace.
	0,984

M. Berzélius considère la tantalite ordinaire comme un tantalate double de fer et de manganèse analogue au phosphate de Limoges, et dont la formule est :



et la tantalite qui donne une poussière couleur de cannelle comme un mélange de tantalite ordinaire avec une grande quantité de *bi-tantalure de fer non oxidé*. C'est ce tantalure qui produit la grande pesanteur spécifique et l'augmentation de poids dans les analyses, et qui refuse de se dissoudre dans le borax (1).

22. *Analyse du pyrosmalith; par M. Hisinger. (Annales de Chimie, tome X, p. 264.)*

Ce minéral a été trouvé, il y a quelques an-

(1) Relativement aux tantalites, voyez *Annales des Mines*, tome Ier, page 464.

nées, dans une mine de fer du Vermeland, où il est accompagné de spath calcaire, d'amphibole et de fer magnétique.

Il est brun jaunâtre à la surface, jaune verdâtre à l'intérieur, cristallisé en prismes hexaèdres tronqués, opaque, demi-dur, d'une pesanteur spécifique de 3,081.

Au chalumeau, il brunit, laisse dégager des vapeurs d'acide muriatique, et se fond en un globule noir altérable. Il se dissout aisément dans le borax.

On a fait digérer dans une fiole bouchée une portion de la pierre réduite en poudre très-fine, avec de l'acide nitrique faible et parfaitement pur; on a donné de temps en temps issue au gaz nitreux, qui s'est dégagé. Au bout de deux jours, la décomposition a été complète; on a filtré et recueilli la silice.

On a précipité l'acide muriatique, contenu dans la dissolution, par le nitrate d'argent en excès; puis, on a précipité l'excès d'argent par l'acide muriatique; on a neutralisé par l'ammoniaque, et ajouté du succinate d'ammoniaque pour précipiter le fer; après quoi on a fait bouillir avec un excès de sous-carbonate de potasse pour précipiter le manganèse et la chaux. Le précipité de manganèse ayant été redissous dans l'acide muriatique, il est resté un peu de silice. La liqueur a été mêlée à de l'hydrosulfate d'ammoniaque, qui en a précipité le manganèse, et ensuite, avec de l'oxalate d'ammoniaque, qui y a formé un petit dépôt d'oxalate de chaux.

On a eu :

Silice. . . . .	0,55850
Oxide de fer. . . . .	0,55480
Oxide de manganèse. . . . .	0,23444
Acide muriatique. . . . .	0,02905
Chaux. . . . .	0,01210
Eau. . . . .	

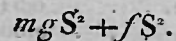
0,98889

M. Hisinger pense que ce minéral est un mélange de sous-muriate de tritoxide de fer, contenant de l'eau de cristallisation (sous-muriate qui se volatilise lorsqu'on distille le pyrosmalith) et de silicate double de protoxide de fer et de protoxide de manganèse. Dans cette supposition, l'analyse donne :

Silice. . . . .	0,55850
Protoxide de fer. . . . .	0,21810
Protoxide de magnésie. . . . .	0,21140
Sous-muriate de fer. . . . .	0,14095
Chaux. . . . .	0,01210
Eau, acide carbonique, perte. . . . .	0,05895

1,00000

La formule minéralogique du pyrosmalith pur est d'après cela :



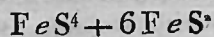
### 23. Sur les pyrites; par M. Berzélius.

Famille fer.

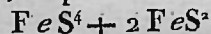
M. Stromeyer a analysé deux pyrites qu'il a trouvé composées de :

Pyrite magnétique.	Pyrite un peu magnétique des Pyrénées.
Fer. . . . . 0,5985	0,5637
Soufre. . . . . 0,4015	0,4363

M. Berzélius pense que ces pyrites sont des combinaisons de sulfure au minimum et de sulfate au maximum, et que leur composition peut être exprimée par la formule :



pour la première, et par la formule



pour la seconde.

Lorsqu'on chauffe du soufre avec des lames de fer dans une cornue, il se forme une croûte de sulfure au minimum à la surface des lames; mais lorsqu'on chauffe du fer en limailles avec un excès de soufre, il se produit un sulfure, qui contient plus de soufre que le sulfure au minimum, qui laisse un résidu de soufre quand on le dissout dans les acides, et qui, selon M. Stromeyer, a la même composition que la pyrite magnétique. C'est, dans l'opinion de M. Berzélius, une combinaison de sulfure au minimum et de sulfure au maximum.

M. Berzélius a analysé une pyrite blanche cristallisée, qui lui avait été remise par M. Haüy. Il y a trouvé :

Fer.	. . . . .	0,4507
Manganèse..	. . . . .	0,0070
Soufre. . . . .	. . . . .	0,5535
Silice. . . . .	. . . . .	0,0080

0,9992

Cette composition s'accorde avec celle de la pyrite jaune, qui contient :

Fer. . . . .	0,4574
Soufre. . . . .	0,5426

On ne sait donc pas encore en quoi ces deux substances diffèrent l'une de l'autre.

24. *Analyse du fer oxidulé; par M. Berzélius.*

Deux échantillons de fer magnétique, connu en minéralogie sous le nom de *fer oxidulé*, ont donné à M. Berzélius :

Fer. . . . .	100
Oxigène. . . . .	39,2

Il en conclut qu'on doit regarder ce minéral comme composé de :

Protoxide de fer. 6,31 ou Fer.....	0,7179 ..	100
Peroxide de fer.. 0,69	Oxigène. 0,2821 ..	39,29

On sait que M. Proust est le premier chimiste qui ait fait voir que certains oxides résultent de la combinaison de deux autres oxides du même métal.

25. *Sur le fer oxidulé; par M. Robiquet. (Journal de Pharmacie, tome V, pages 258-265.)*

M. Robiquet a trouvé 0,06 d'oxide de titane dans le fer oxidulé octaèdre, extrait des roches stéatiteuses de la Corse. Ce minéral se dissout complètement dans l'acide muriatique; mais la dissolution, évaporée à siccité à une douce chaleur, fournit un résidu qui, repris par l'eau, laisse de l'oxide de titane pulvérulent.

Il paraît donc d'après cela, dit M. Robiquet, que le titane accompagne le fer oxidulé des

Tome V. 2<sup>e</sup>. livr.

Q

terrains primitifs, comme celui qu'on trouve dans les roches volcaniques (1).

26. *Examen de la craitonite; par M. Berzélius.*

En fondant la craitonite au chalumeau avec le sel micoscomique, on a un globule transparent qui, en refroidissant, perd sa couleur verdâtre et en prend une autre rouge de sang, tirant au jaune. En refondant le globule avec quelques parcelles d'étain métallique, dans la flamme intérieure, il prend la couleur pourpre, qui caractérise l'oxidule de titane.

Une analyse approximative faite sur une très-petite quantité de ce minéral, qui est fort rare, a donné, à M. Berzélius, de l'oxide de titane et de l'oxidule de fer, dans des proportions qui diffèrent peu de celles que Klaproth a trouvées dans le ménacane.

27. *Analyse de l'Hédenbergite; par M. Hédenberg.*

Ce minéral a été trouvé à Mormorsgrufra, près Tunaberg. Il est d'une couleur foncée ver-

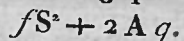
(1) Nous avons trouvé le titane, en grande quantité, dans des sables magnétiques dont l'origine paraît être tout-à-fait étrangère aux volcans.

Nous avons trouvé aussi qu'il entre pour près de moitié dans un fer oxidulé en masse qui, d'après M. l'ingénieur Montlevade, auquel l'École des Mines doit les échantillons qu'elle possède, existe au Brésil en bancs très-épais et très-étendus, intercalés entre des roches primitives. P. B.

dâtre; sa texture est feuilletée, et, par la division mécanique, on le coupe sans difficulté en rhomboïdes dont les angles sont ceux de la chaux carbonatée; mais il n'est pas cristallisé. Il est rayé par la chaux fluatée; mais il raye la chaux carbonatée. Sa poussière a une couleur vert-olive. Il contient :

Silice. . . . .	0,4062
Protoxide de fer. . . . .	0,3253 (1)
Eau. . . . .	0,1605
Carbonate de chaux. . . . .	0,0493
Oxide de manganèse. : : . . . . .	0,0075
Alumine. . . . .	0,0037
	0,9525

Sa formule minéralogique est :



28. *Analyse de la calamine cristallisée de Limbourg; par M. Berzélius.* Famille zinc.

Le minéral a été distillé dans un petit appareil pesé et contenant du muriate de chaux: il a donné 0,0746 d'eau et 0,0045 d'acide carbonique. On l'a traité ensuite par l'acide sulfurique un peu étendu d'eau, et on a évaporé la masse gélatineuse jusqu'à faire volatiliser la plus grande partie de l'excès d'acide; on a repris par l'eau et filtré pour séparer la silice. La dissolu-

(1) Le mémoire de Hédenberg porte 0,3525 d'oxide chauffé avec de l'huile, ce qui correspond à 0,3253 d'oxidule.

tion a été précipitée à chaud par le sous-carbonate de soude, et le précipité, bien lavé, a été calciné et pesé.

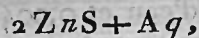
On a redissous ce précipité dans l'acide muriatique, on a évaporé à siccité et repris par l'eau; il est resté une petite quantité de silice.

On a versé de l'ammoniaque en excès dans la dissolution, et il est resté une substance blanche, floconneuse, qui était un mélange d'oxide de plomb et d'oxide d'étain.

L'analyse a donné :

Silice. . . . .	0,24893
Oxide de zinc. . . . .	0,66837
Eau. . . . .	0,07460
Acide carbonique. . . . .	0,00450
Oxides de plomb et d'étain. . . . .	0,00276
	<hr/>
	0,99916

Si l'on admet que l'acide carbonique soit combiné avec l'oxide de zinc à l'état de carbonate hydreux, et que ce carbonate, ainsi que les oxides de plomb et d'étain, ne soit que mélangé, la composition du minéral sera représentée par la formule :



qui donne :

Silice. . . . .	0,2623
Oxide de zinc. . . . .	0,8637
Eau. . . . .	0,0740
	<hr/>
	1,0000 (1).

(1) Voyez, sur ce sujet, le *Journal des Mines*, tome XXVIII, page 541.

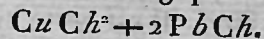
29. *Analyse du vauquelinite*; par  
M. Berzélius.

Famille  
cuivre.

On croyait que ce minéral était une combinaison d'oxide de plomb et d'oxide vert de chrome; mais M. Berzélius l'a trouvé composé de :

Oxide de plomb. . . . .	0,6087
Oxide de cuivre. . . . .	0,1080
Acide chromique. . . . .	0,2853
	<hr/>
	1,0000

Et il l'a nommé *vauquelinite*, en l'honneur du savant auquel est due la découverte du chrome. C'est un chromate double de cuivre et de plomb dont la formule minéralogique est :



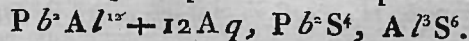
30. *Analyse du plomb gomme*; par  
M. Berzélius.

Famille  
plomb.

Ce minéral, trouvé en petite quantité au Huelgoet, a été considéré comme un mélange d'hydrate d'alumine et d'oxide de plomb. Il contient, selon M. Berzélius :

Acide de plomb. . . . .	0,4014
Alumine. . . . .	0,3700
Eau. . . . .	0,1880
Acide sulfureux. . . . .	0,0020
Chaux, oxides de manganèse et de fer. . . . .	0,0180
Silice. . . . .	0,0060
	<hr/>
	0,9854

Et la formule qui exprime sa composition est :



Cette formule fait voir que le plomb gomme est un *aluminiate de plomb avec eau de cristallisation* mêlé de sulfite de plomb et de sulfite d'alumine.

Voici comment l'analyse a été faite.

On a chauffé dans un petit appareil propre à recueillir l'eau qui a été reçue dans de la potasse caustique, pour ne pas laisser échapper l'acide sulfureux qui se dégageait en même temps. L'alcali a ensuite été traité par de l'acide nitro-muriatique, et l'acide sulfurique produit a été précipité par du muriate de baryte.

La pierre privée d'eau a été mise en digestion avec de l'acide muriatique concentré, dans un flacon bouché; l'on y a ensuite ajouté de l'alcool, et l'on a filtré. Il est resté sur le filtre du muriate de plomb, et la dissolution alcoolique contenait du muriate d'alumine. Après en avoir chassé l'alcool par l'évaporation, l'acide sulfurique ne troubla pas le liquide, preuve que tout l'oxide de plomb en était séparé. L'alumine a été précipitée par de l'ammoniaque, la quantité d'oxide de plomb a été déterminée par le poids du muriate obtenu.

SUR

## LE TRAVAIL DE L'ACIER.

ON trouve dans les Nos. CLXIII, CLXIV, CLXVI du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, des notes tirées d'un rapport inédit sur l'*Etat des Arts industriels en Angleterre*; quoique les détails que contiennent ces notes soient déjà publiés, en grande partie, dans plusieurs ouvrages français, et en particulier dans la *SIDÉROTECHNIE*, nous croyons cependant devoir donner ici un extrait des notes dont il s'agit, parce que l'on ne peut trop familiariser les *aciers* avec les procédés à l'aide desquels on obtient de l'acier fondu.

*Acier de cémentation.*

On n'emploie, en Angleterre, dans cette fabrication, que du fer de Suède ou de Russie (1).

La conversion du fer en acier s'opère dans des fours faits exprès, qui contiennent quelquefois trois, mais plus ordinairement deux caisses,

(1) Beaucoup de fers de France se cémentent aussi facilement que les fers de Suède et de Russie, et conservent aussi bien leur qualité acéreuse.

construites en briques réfractaires ou en une sorte de grès capable de résister au grand feu. Ces caisses (fig. 4, Pl. VII, 4<sup>e</sup>. livr., 1819), ont, dans l'œuvre, environ 12 pieds de long sur 2 à 2  $\frac{1}{2}$  de large et 3 de hauteur; elles peuvent contenir chacune 5,000 kilogrammes de fer (1).

Pour cémenter le fer, on le réduit en barres de 4 à 5 lignes d'épaisseur, de 3 à 4 pouces de large, et de la longueur des caisses. On les arrange avec soin, de champ et à plat, sur des lits de poussière de charbon de bois assez grossièrement pilé, et on les espace également, de manière qu'il y ait autour de chaque barre 5 à 6 lignes de charbon. Le lit du fond, ainsi que le supérieur, a beaucoup plus d'épaisseur, et le dernier est recouvert par 6 pouces de sable mêlé d'argile et bien battu, afin de prévenir la dissipation du carbone, et que l'air ne puisse s'introduire dans la caisse et consumer le charbon.

On soutient et l'on accote les caisses avec des briques ou des pierres réfractaires, espacées de manière à former des conduits par où la flamme circule et échauffe également la masse dans le pourtour.

Le foyer, qui a 18 à 20 pouces de large, est placé au-dessous et entre les deux caisses; il traverse le four d'un côté à l'autre, de sorte qu'il a deux ouvertures par où se jette la houille, ce qui permet de la distribuer également.

Dans les fours à trois caisses il y a deux foyers.

(1) Ces caisses diffèrent peu de celles que l'on trouve représentées dans le *Voyage métallurgique* de Duhamel, dans la *Sidérotechnie*, etc., etc.;

C'est avec des barres transversales et scellées de distance en distance dans les parois du foyer, que l'on ferme la grille du cendrier. Sur ces espèces de sommiers sont placés des barreaux mobiles en fer fondu, qui soutiennent la houille.

Le four est voûté, et a près de 6 pieds d'élévation, ce qui permet d'arriver aux caisses et d'y arranger commodément les barres pour la cémentation; enfin, pour le dégagement de la flamme, il y a 8 ou 10 petites cheminées qui passent par les pieds droits et sortent à la hauteur des reins de la voûte.

Tout le four est enveloppé d'un cône, comme on en voit dans les verreries et les poteries; mais ce cône est moins élevé, n'ayant guère plus de 55 pieds d'élévation; il est destiné à augmenter le tirage et à égaliser la distribution du calorique, en abritant parfaitement toutes les issues par où la flamme s'échappe.

On allume le feu, on l'augmente progressivement, et on l'entretient dans la même intensité pendant six, sept et quelquefois huit jours, suivant la quantité et l'épaisseur des barres que contiennent les caisses, et l'espèce d'acier que l'on veut fabriquer. Afin de pouvoir suivre les progrès de l'opération, et reconnaître le moment où elle est terminée, il y a sur le devant du fourneau, à différentes hauteurs, des ouvertures qui communiquent avec l'intérieur des caisses; on les débouche, et l'on retire des barres d'essai, dont l'extrémité est engagée dans le canal de l'ouverture, rempli de charbon comme la caisse. Par l'état de ces barres, on juge des autres.

Des boursoufflures, ou bulles plus ou moins

grosses, plus ou moins rapprochées, couvrent la surface des barres. La quantité et la grosseur de ces bulles forment un des moyens que les ouvriers emploient pour juger de l'état de la cémentation.

Un second moyen, beaucoup plus efficace, est la texture des barres ou la nature des lames et des grains qu'elles présentent dans leur cassure; mais pour bien juger par celui-ci, il faut que l'acier ait été refroidi très-lentement, parce que la lenteur ou la vitesse du refroidissement change la contexture ou la nature des grains.

Lorsqu'on juge que la cémentation est parvenue au degré convenable, on diminue le feu progressivement, pendant quelques jours, et on laisse ensuite le fourneau se refroidir complètement, ce qui dure encore cinq à six jours, ainsi, il se passe quinze à dix-huit jours à compter du moment où l'on allume le feu jusqu'à celui où l'on retire les barres des caisses.

On se sert plusieurs fois du *même charbon*; mais on le tamise chaque fois pour enlever la poussière fine, qui passe pour ne plus avoir de vertu.

Une partie des barres cémentées est mise dans le commerce, sans autre façon ultérieure; il porte le nom d'*acier boursoufflé*, ou *acier commun* (*Blistered-Steel*).

Quelquefois on le forge avant de le mettre en vente, et on le nomme alors *acier boursoufflé*, ou *commun*, *forgé*.

Par l'effet du marteau, il acquiert plus de densité, il devient plus liant, et prend un grain plus fin et plus égal; mais, pour lui donner ces qua-

lités à un plus haut degré, on le soumet à un travail plus compliqué.

On réunit en trousse plusieurs morceaux de barres cémentées, assorties suivant leur grain; on les fixe l'un contre l'autre, au moyen d'un anneau ou d'un lien, et on les fait chauffer fortement, après avoir pris les précautions connues pour empêcher l'oxidation, qui occasionnerait une déperdition de carbone; c'est-à-dire, après l'avoir couvert de terre vitrifiable. Lorsque le faisceau est au degré de chaleur convenable, on le porte sous le martinet, et on le soude avec soin; on remet l'autre bout au feu pour le souder de même, ensuite on chauffe de nouveau le barreau dans toute sa longueur, on l'étend, on le replie sur lui-même, et on le soude; enfin, on lui donne les différentes formes convenables aux usages auxquels il est destiné.

Malgré les précautions prises pour conserver le carbone, l'acier, après avoir été ainsi corroyé, en a perdu une partie; il n'est plus susceptible de prendre à la trempe une extrême dureté; c'est une sorte d'étoffe semblable, sous plusieurs rapports, à notre acier naturel; mais, en revanche, il se soude facilement sur lui-même et avec le fer, il a beaucoup de ductilité, de nerf, il prend même un assez beau poli; enfin, il est particulièrement propre aux ouvrages dont une partie doit être en fer, ou qui exigent de la ténacité, du liant, plutôt qu'une dureté excessive, tels que les ressorts, les objets de coutellerie, etc.

Telle est la seconde espèce d'acier, que l'on appelle *acier d'Allemagne*, ou *acier de coutellerie* (*German* ou *Skear-Steel*).



*Acier fondu.*

On casse en petits morceaux, du poids de 2 à 3 onces, les barres d'*acier cémenté*, on en remplit des creusets de terre très-réfractaire, qui peuvent en contenir 25 à 30 livres; on place ces creusets sur la grille d'un fourneau à vent, on les entoure de coke; et, lorsque le métal est fondu, on le coule dans des lingotiers de fonte.

C'est par la texture, la forme des grains que les ouvriers assortissent les morceaux selon leurs qualités apparentes; s'ils trouvent que la proportion de carbone est trop faible, ils y suppléent en y ajoutant des rognures de vieilles limes et de la *poussière de charbon de bois*.

Les creusets sont faits dans la fabrique même, avec une argile réfractaire, à laquelle on *ajoute*  $\frac{1}{5}$  de *poussière de charbon de bois*, ou plutôt du coke. Nous présumons que dans les fabriques les mieux conduites on emploie du coke. Le charbon de bois contient de la potasse, et, quelque petite qu'en soit la proportion, c'est toujours un principe de vitrification qu'il est prudent d'écartier.

On se sert, pour faire les creusets, d'un moule en fonte, dont le fond est mobile; ce moule donne la forme extérieure; on façonne l'intérieur avec un noyau ou mandrin en bois.

Le couvercle du creuset le déborde un peu, afin qu'on puisse l'enlever plus commodément; il est, en-dessous, plat et très-uni, pour mieux intercepter toute communication avec l'air externe. Il est, d'ailleurs, d'une terre moins réfractaire, de sorte qu'il se vitrifie à sa surface

avant que le métal soit fondu, et se collant au bord du creuset, il le ferme hermétiquement.

On peut placer deux de ces creusets à-la-fois au milieu de la grille du fourneau; ils posent sur des tourteaux de 4 pouces de haut, larges comme la base des creusets, et faits de la même terre.

Avant de remplir ces creusets, on les fait rougir dans un petit tour, ce qui leur donne une demi-cuisson.

Les fourneaux dont on se sert ressemblent à ceux des fondeurs en cuivre. Le foyer est un espace quadrangulaire qui a environ 21 pouces de large sur 14 de long, et 2 pieds  $\frac{1}{2}$  à 3 pieds de haut; il est couvert par une grande plaque faite d'une pierre réfractaire, ou de plusieurs briques réunies et serrées par une barre de fer; il y a, au centre, un petit trou, que l'on bouche avec une brique, et par lequel on peut voir ce qui se passe dans le fourneau.

Plusieurs de ces fourneaux sont à côté l'un de l'autre, adossés à un mur, et leurs tuyaux vont se rendre dans une cheminée commune, très-élevée. Nous en avons compté dix dans un atelier, cinq d'un côté, cinq du côté opposé.

L'ouverture des fourneaux est au niveau des planchers, ce qui donne plus d'aisance pour enlever les creusets. Par conséquent les cendriers sont au-dessous; ils sont disposés de manière que l'on puisse y avoir un libre accès.

On entoure les creusets avec du coke cassé en petits morceaux. On choisit de préférence le plus pesant, et celui qui a été carbonisé dans des fours; l'autre, préparé en plein air, est trop spongieux; il s'allume promptement, et dégage

plus tôt une grande chaleur; mais elle ne durerait pas assez long-temps, il faudrait remettre du charbon, ce qui ne pourrait peut-être pas s'effectuer sans danger, au lieu que le charbon préparé dans des fours, étant plus dense, dure assez pour que la cuisson s'achève.

Au bout de trois heures, le métal est fondu. On découvre le fourneau, et l'on attend quelques minutes, jusqu'à ce que le couvercle du creuset ait pris assez de consistance par le contact de l'air: on le retire; puis, avec des pinces qui embrassent le creuset, on l'enlève avec son support, auquel il est collé, et on le pose à terre assez rudement, sans qu'il arrive aucun accident. Il y a sur la surface du métal une légère couche vitreuse, que l'on retire avec un crochet de fer ou un morceau de bois.

Enfin, on coule le métal dans des lingotiers de fer fondu, où il prend la forme d'un prisme octogonal, ou bien d'une plaque, si on veut en faire de la tôle.

De ce que le métal est couvert d'une légère couche vitreuse, on a pu croire que l'on employait un flux, pour opérer la fusion de l'acier; mais, dans quatre fabriques que nous avons visitées, on nous a affirmé positivement le contraire.

On ne se sert des creusets que pour trois ou quatre opérations, et l'on ne peut guère en faire davantage dans une journée de douze heures.

L'acier en lingot a une texture cristalline, qui est l'indice de peu de ductilité. On parvient à changer cette disposition, et à lui donner un tissu fibreux, en le forgeant avec soin; et, comme

l'acier est encore plus dur que le fer, il est indispensable d'employer un martinet. Ceux que nous avons vus pèsent 150 livres, et frappent trois cents coups par minute; leur élévation au-dessus de l'enclume est de près d'un pied. Il est inutile de dire que l'on prend beaucoup de précautions dans le commencement, pour que le lingot ne s'émiette pas.

### *Des limes.*

Les qualités d'une lime dépendent de l'acier employé, de la taille et de la trempe.

Nous n'avons vu employer en Angleterre, dans la fabrication des limes, que de l'acier de cémentation, lequel est fait avec du fer de Suède ou de Russie. On nous a assuré, cependant, qu'on se sert aussi d'acier fondu pour les limes fines. On les forge comme ici, et on termine leur forme à la lime et à la meule. Ce dernier moyen est très-économique, et est mis en usage à Sheffield; mais dans le Lancashire, où sont les fabriques les plus renommées, on ne se sert que de la lime. On regarde comme impossible d'obtenir à la meule des formes régulières.

Après que les limes ont été forgées, avant de les émoudre ou de les limer, elles doivent être recuites; pour cela, on place les limes au milieu de charbons allumés, qu'on laisse ensuite s'éteindre d'eux-mêmes lentement. Lorsqu'on les retire, elles sont oxidées à leur surface, et l'acier est adouci au point de les travailler facilement.

M. Schey, bijoutier à Paris, ramollit son acier

en le recuisant dans de la limaille de fer, et en le laissant refroidir dans la caisse ou le creuset dans lequel les pièces sont placées.

La taille des limes ne paraît pas être l'opération la plus difficile, car nous avons vu des enfans l'exécuter avec une grande précision. Ce peu de difficulté apparente a sans doute donné naissance à plusieurs machines qui n'ont pas été long-temps en usage, parce qu'elles ne remplissaient pas leur objet. Il y a, dans la taille, une différence d'effort, non-seulement d'une lime grosse à une plus petite, mais encore d'un bout de la lime à l'autre. Cette condition ne paraît pas, au premier aperçu, pouvoir être remplie sans un mécanisme compliqué; mais ce qui n'a pas été fait jusqu'à présent peut l'être dans la suite, et il est probable que, dans quelques années, une très-grande partie des limes seront taillées à la machine.

Après la taille, les limes sont trempées. Comme l'acier s'oxyderait, et que la taille serait détruite, si les limes étaient exposées à l'action du feu en les chauffant, on prévient cet accident en enduisant les limes de suie délayée dans de l'urine ou de la lie; quelquefois on mélange la suie avec du charbon animal à demi brûlé, et réduit en poudre. On met ensuite les limes dans une boîte ou creuset rempli de poussière de charbon, et lorsqu'elles sont parvenues à la température jugée convenable, on les retire une à une et on les trempe.

Cette méthode est ce que l'on appelle *trempe en paquet*.

Nous n'avons pas vu tremper de cette manière

en Angleterre; le procédé que nous avons vu employer est celui connu sous le nom de *trempe à la volée*, on l'a exécuté devant nous ainsi qu'il suit :

On a plongé deux limes dans un baquet rempli de lie de bière; on les a ensuite saupoudrées de sel marin grossièrement écrasé (1), puis on les a fait promptement sécher sur les charbons de la forge. Ensuite on les a fait rougir, en les plaçant au milieu du foyer, composé de mêmes morceaux de coke; bien ôt on en a retiré une, parvenue au premier degré de rouge, et on l'a saucée de nouveau dans du sel, qui se trouvait répandu sur une planche à proximité du foyer. Peu après, l'ouvrier l'a retirée, et s'apercevant que la pression des charbons l'avait un peu courbée, il l'a redressée avec un marteau de bois sur une enclume de même matière; cette opération a été si rapide que la pièce n'a pas sensiblement changé de couleur; ensuite il l'a *trempe*, en la tenant verticalement par la queue, et la plongeant lentement dans l'eau.

Enfin, il l'a lavée dans un baquet contenant de l'eau acidulée, et, après quelques coups de brosse, elle était parfaitement décapée.

Dans cette opération, les limes sont protégées, par le charbon et la lie, du contact de l'air. En les plongeant lentement, on diminue l'effet du bouillonnement produit autour de la lime, qui rend le refroidissement inégal, et peut être considéré comme une des causes de l'altération de la forme.

(1) Ce sel paraissait mélangé d'un autre d'une forme plus allongée, qui ressemblait à du tartre.

Le mode de *trempe à la volée* ne peut être suivi dans une grande manufacture; il est trop lent, et il exige une attention trop soutenue pour obtenir des résultats égaux. La *trempe en paquets* a cet avantage, que, lorsque les limes contenues dans la caisse sont parvenues au degré de rouge que l'expérience a fait reconnaître comme le plus convenable, on peut les maintenir à la même température. Les limes étant verticalement posées, et bien isolées, ne peuvent pas sortir courbées; par conséquent, il n'y aura aucune perte de temps pour les redresser.

---



---

## ANALYSE

DE

### L'ALUN DE PLUME;

PAR M. P. BERTHIER,

INGÉNIEUR AU CORPS ROYAL DES MINES.

Le minéral dont nous allons rapporter l'analyse est conservé dans la collection de l'École des Mines, sous le n<sup>o</sup>.  $\frac{1190}{64}$ : on ignore de quel lieu il vient. Il est en faisceaux fibreux, d'un très-beau blanc et luisant comme la soie. Les fibres sont droites, longues, flexibles et cotonneuses. Par ses caractères extérieurs, ce minéral a la plus parfaite ressemblance avec l'amianté; mais il en diffère extrêmement par toutes ses autres propriétés. Il a une saveur vitriolique très-prononcée, il se fond à la moindre impression de la chaleur, et si on le chauffe doucement pendant un temps suffisant, il laisse dégager de l'eau pure dans la proportion de plus de 0,40°. Si on pousse la chaleur jusqu'au rouge, il perd 0,77° de son poids, il abandonne de l'eau et de l'acide sulfurique, et il se change en une matière

R 2

pulvérulente d'un rouge d'ocre. Il se dissout immédiatement dans l'eau froide; la dissolution est incolore; mais si on la fait bouillir avec de l'acide nitrique, elle devient rouge, et il se dégage du gaz nitreux.

3 grammes d'alun de plume, après avoir été dissous dans l'eau et traités par l'acide nitrique pur bouillant, ont donné par l'ammoniaque un précipité rouge qui, calciné, a pesé 0<sup>g</sup>,69. La liqueur mêlée ensuite à du muriate de baryte, a fourni 3<sup>g</sup> de sulfate de baryte, qui indiquent 1<sup>g</sup>,03 d'acide sulfurique.

On a précipité l'excès de baryte par l'acide sulfurique, puis on a évaporé à siccité et calciné les sels: il n'est resté qu'une très-petite quantité de matière composée d'oxide de fer, de sulfate de magnésie et de sulfate de chaux, provenant de la chaux des filtres: elle ne contenait pas un atome de sulfate de potasse.

Le précipité fait par l'ammoniaque a été chauffé au creuset d'argent avec de la potasse; on a délayé dans l'eau, et on a trouvé dans la liqueur alcaline 0<sup>g</sup>,265 d'alumine. La partie insoluble, principalement composée d'oxide de fer, a été redissoute dans l'acide muriatique: on a précipité le fer de la dissolution par un hydro-sulfate: l'addition d'un peu de phosphate d'ammoniaque y a formé ensuite un léger dépôt de phosphate de magnésie, qui a pesé, après avoir été calciné, 0<sup>g</sup>,05, ce qui indique 0,02 de magnésie, au plus.

D'après ces données, et en observant que le fer est à l'état d'oxide minimum, dans le minéral, on trouve que celui-ci contient:

Acide sulfurique.	0,544
Alumine.	0,088
Protoxide de fer.	0,120
Magnésie.	0,008
Eau.	0,440
	<hr/>
	1,000

Les quantités d'oxigène: 0,2065; 0,041; 0,0274 et 0,390, que renferment l'acide sulfurique, l'alumine, le protoxide de fer et l'eau, sont entre elles, à très-peu près, comme les nombres 15, 3, 2 et 28: il paraît évident, d'après cela, que l'alumine et le protoxide de fer sont combinés avec l'acide sulfurique à l'état de sels neutres, dans lesquels l'acide contient trois fois autant d'oxigène que la base. Nul doute que la magnésie ne soit également à l'état de sulfate (il manque un peu d'acide sulfurique pour la saturer); mais ce sulfate est en assez petite quantité pour qu'on puisse le croire accidentellement mélangé. Abstraction faite de celui-ci, on voit que l'alun de plume est composé d'un atome de sulfate d'alumine et d'un atome de sulfate de fer. Ce rapport si simple, les caractères du minéral, la propriété qu'il a de se conserver sans altération à l'air, tandis que le protosulfate pur en absorbe si promptement l'oxigène, etc., portent à croire que l'alun de plume n'est point un mélange fortuit des deux sels, mais qu'il résulte de leur combinaison intime, et qu'il doit être considéré comme un sel double, et constituer une espèce minérale particulière. Je ferai observer cependant que Klaproth a analysé un alun de plume qui lui a donné un résultat différent.

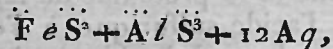
On peut exprimer comme il suit la composition de l'alun de plume dont nous donnons l'analyse :

Sulfate d'alumine. . . . .	0,293
Sulfate de fer. . . . .	0,259
Sulfate de magnésie. . . . .	0,025
Eau. . . . .	0,423

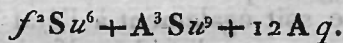
---

1,000

Le signe chimique qui représente cette composition, indépendamment du sulfate de magnésie et de son eau de cristallisation, est :



et le signe minéralogique :



On ne peut pas continuer à appeler ce minéral *alun*, à moins qu'on ne veuille donner ce nom à tous les sels doubles d'alumine; alors celui-ci serait de *l'alun ferruginé*.

---

## ORDONNANCES DU ROI,

### CONCERNANT LES MINES.

---

QUATRIÈME TRIMESTRE DE 1819.

*ORDONNANCE du 6 octobre 1819, portant autorisation de reconstruire la forge à la catalane qui existait au lieu dit Cabré, près Vic-Dessos, département de l'Ariège.*

Forge de  
Cabré.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'Etat au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

**ART. 1<sup>er</sup>.** Il est permis au sieur Vergnies Bouischères, maître de forges, 1<sup>o</sup>. de transférer la forge neuve située dans la commune d'Oust, arrondissement de Saint-Girons, département de l'Ariège, sur sa propriété dans la commune de Vic-Dessos, au lieu dit Cabré et sur l'emplacement de la forge qui existait au même lieu. Cette forge sera composée d'un feu catalan et de deux marteaux, l'un du poids de sept quintaux métriques au plus, et l'autre de deux quintaux métriques au plus; 2<sup>o</sup>. d'établir auprès de cette forge un fourneau de cémentation pour convertir le fer en acier, et pouvant contenir au moins cent quintaux métriques de métal, ainsi que deux martinets du poids d'un quintal métrique chacun au plus, pour corroyer et étirer l'acier provenant de la cémentation.

ART. II. Pour mettre en mouvement les marteaux et les machines soufflantes, l'impétrant est autorisé à établir sur la rivière de Vic-Dessous, une prise et une conduite d'eau, telles qu'elles sont figurées sur les plans fournis et ci-annexés.

ART. III. La forge de Cabré sera mise en activité un an, au plus tard, à dater du jour de la permission, et le fourneau de cémentation, avec ses martinets, trois ans au plus tard à partir de la même date.

ART. IV. Avant de faire aucun usage de la forge de Cabré, l'impétrant est tenu de démolir la forge neuve d'Oust, d'en raser les foyers, d'en ôter les arbres tournans et les machines soufflantes : un procès-verbal de l'ingénieur des mines constatera cette démolition, et la forge de Cabré ne pourra être mise en activité que sur un arrêté du préfet, rendu d'après ce procès-verbal.

ART. V. Les constructions relatives à la conduite et à la distribution des eaux seront exécutées sous la direction et la surveillance des ingénieurs des ponts et chaussées de ce département. Il sera dressé procès-verbal de la vérification de ces ouvrages après leur achèvement ; expéditions de ce procès-verbal seront déposées aux archives de la préfecture et de la commune de Vic-Dessous pour y avoir recours au besoin, et il en sera donné avis au directeur général des ponts et chaussées et des mines.

ART. VI. Les constructions relatives aux machines et fourneaux seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des mines ; il sera dressé, par cet ingénieur, procès-verbal de la vérification de ces ouvrages après leur achèvement, pour constater que l'état des choses est conforme aux dispositions de la présente ordonnance. Expéditions de ce procès-verbal seront aussi déposées à la préfecture et à la commune de Vic-Dessous, et adressées au directeur général des ponts et chaussées et des mines.

ART. VII. L'impétrant ne pourra, en aucun temps et sous aucun prétexte, faire à son usine aucune augmentation de feux ou de marteaux, transférer ailleurs cette usine ou en changer la nature, ni rien changer à la hauteur et dimensions des prises d'eau, vannes et déversoirs, sans en avoir obtenu l'autorisation du gouvernement, dans les formes prescrites par les lois et réglemens.

ART. VIII. Il ne pourra employer, pour chauffer le fourneau de cémentation et pour le service de ses martinets, d'autre combustible que la houille.

ART. IX. Il tiendra son usine en activité constante, et ne la laissera pas chômer sans cause légitime reconnue par l'administration.

ART. X. Conformément au décret du 18 novembre 1810, il fournira au préfet, tous les ans, et au directeur général des ponts et chaussées et des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux employés, des produits fabriqués, ainsi que des ouvriers travaillant dans son usine.

ART. XI. Il se conformera aux lois et réglemens existans ou à intervenir sur le fait des usines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration des mines, sur tout ce qui concerne l'exécution des réglemens de police relatifs aux usines et à la sûreté des ouvriers.

ART. XII. Dans le délai d'un mois, à partir de la date de la présente ordonnance, il paiera, à titre de taxe fixe, aux termes de l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, entre les mains du receveur de l'arrondissement, la somme de deux cents francs pour la forge de catalane, celle de cent francs pour le fourneau de cémentation, et celle de cinquante francs par chaque feu de martinet; en total, quatre cents francs.

ART. XIII. En cas d'inexécution des charges ci-dessus prescrites ou de contraventions aux lois et réglemens, il y aura lieu à poursuivre la révocation de la permission, conformément à l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810, sans préjudice de l'application des lois pénales que le contrevenant pourrait avoir encourues conformément au même article.

ART. XIV. Nos ministres secrétaires d'état de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

ORDONNANCE du 6 octobre 1819, qui autorise la renonciation à une partie de la concession des mines de houille de Sensac, situées en

Usines de  
houille de  
Sensac.

*la commune d'Agen, département de l'Aveyron.*

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'Etat au département de l'intérieur;

Vu la pétition présentée au préfet de l'Aveyron, le 18 avril 1817, par le sieur Jean-Pierre Broussy, à l'effet d'obtenir la réduction de l'étendue de la concession des mines de houille de Sensac, commune d'Agen, arrondissement de Rhodéz, à lui accordée par l'acte du gouvernement du 30 frimaire an 12 (22 décembre 1803). Ensemble cet acte;

Le plan de l'étendue et des limites qu'il propose, et les divers rapports des ingénieurs des mines de l'arrondissement;

L'arrêté du 7 décembre 1818, par lequel le préfet ordonne les publications et affiches de la demande dans les communes intéressées, et son insertion dans la feuille d'annonce du département;

L'exemplaire de cette feuille n<sup>o</sup>. 50, 19 décembre 1818, dans lequel se trouvent lesdits arrêtés et demande;

Les certificats de publication, affiche et de non-opposition délivrés par les maires de Rhodéz et de la Loubière, le 13 février 1819;

Les avis favorables donnés par le préfet, les 18 avril 1818 et 1<sup>er</sup> avril 1819;

Les délibérations du conseil général des mines des 15 août 1818 et 17 mai 1819, approuvées par notre directeur-général de ladite administration;

Notre Conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. I<sup>er</sup>. La renonciation du sieur Jean-Pierre Broussy à une partie de la concession qui lui a été accordée par arrêté du 30 frimaire an 12 (22 décembre 1803), des mines de houille de Sensac, commune d'Agen, arrondissement de Rhodéz, département de l'Aveyron, est acceptée, sauf les droits des tiers, s'il en existe.

ART. II. Cette concession est et demeure réduite, confor-

mément aux plans ci-joints, aux limites suivantes, savoir:

1<sup>o</sup>. Au midi par une ligne droite menée du pont de la Guioule sous Rhodéz sur le hameau de Puech-le-Nause, et de ce hameau par une ligne droite tirée à l'extrémité orientale du hameau d'Aussueje;

2<sup>o</sup>. A l'est par une ligne droite dirigée de ce hameau sur la maison Lasale, près Agen, et de cette maison par une autre ligne droite tirée sur le moulin de Bergadus;

3<sup>o</sup>. Au nord par la rive droite de l'Aveyron, depuis le moulin de Bergadus jusqu'au moulin de la Roquette, et par une ligne droite menée du moulin de la Roquette au pont de Cassac;

4<sup>o</sup>. A l'ouest par la grande route depuis le pont de Cassac jusqu'à la Croix-Grande, et de cette croix par une ligne droite dirigée vers le pont de la Guioule, point de départ.

Ces limites comprenant une étendue de 18 kilomètres carrés, quinze hectares.

ART. III. A partir de la présente ordonnance, les effets de l'acte du 30 frimaire an 12 cesseront pour ce qui concerne la partie de la concession primitive dont la renonciation est acceptée; et, à cette même époque, toute redevance envers l'état cessera d'être perçue pour cette portion.

ART. IV. Le sieur Broussy acquittera annuellement la redevance fixe, conformément à la surface de sa concession réduite.

ART. V. Il acquittera de même la redevance proportionnelle sur le produit net de son exploitation, telle qu'elle sera réglée selon les formes prescrites par le décret du 6 mai 1811.

ART. VI. Il paiera les indemnités qui pourraient être dues aux propriétaires de la surface, pour dégâts et non-jouissance des terrains nécessaires à l'exploitation.

ART. VII. Il continuera d'acquitter les conventions qu'il pourrait avoir faites avec les propriétaires de la surface, et il restera passible de toutes les obligations qu'il pourrait avoir contractées relativement à la partie de la concession primitive dont la renonciation est acceptée.

ART. VIII. Il se conformera aux lois et réglemens rendus



ou à intervenir sur le fait des mines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration des mines.

ART. IX. La présente ordonnance sera publiée et affichée, aux frais du sieur Broussy, dans toutes les communes que la réduction de la concession pourra intéresser.

ART. X. Nos ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Usine de  
Regnier-  
Voye.

*ORDONNANCE du 16 octobre 1819, portant que le sieur Sautre est autorisé à maintenir son usine de Regnier-Voye, située en la commune de Rambervillers, département des Vosges, laquelle usine est composée de deux feux de forges et d'un martinet, conformément aux plans annexés à la présente ordonnance.*

Martinet  
à cuivre  
de Vieille-  
Adour.

*ORDONNANCE du 20 octobre 1819, portant qu'il est permis au sieur Fouchon de tenir en activité le martinet à cuivre, consistant en un seul feu et un seul marteau, qu'il a construit dans la propriété qu'il possède sur le cours de l'Alavie, commune de Vieille-Adour, département des Hautes-Pyrénées, à la charge par l'impétrant d'exécuter les conditions qui lui sont prescrites par la présente ordonnance.*

*ORDONNANCE du 10 novembre 1819, concernant les mines de houille de Lassalle, Miramont et Lagrange, situées en la commune d'Aubin, département de l'Aveyron.*

Mines de  
houille de la  
commune  
d'Aubin.

LOUIS, etc, etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu la pétition présentée au préfet de l'Aveyron, le 1<sup>er</sup> novembre 1818, par le sieur Lassalle, concessionnaire des mines de houille de Lassalle, Miramont et Lagrange, commune d'Aubin, arrondissement de Villefranche, à l'effet d'obtenir la rectification du décret du 21 brumaire an 13, en ce qui concerne l'énonciation de l'étendue superficielle de ladite concession;

La copie dudit décret;

Le plan de la concession, visé et certifié par les ingénieurs des mines et des ponts et chaussées, le 5 frimaire an 12, et certifié par le préfet le 18 ventôse même année;

Le rapport de l'ingénieur des mines du 12 février 1819, et l'arrêté du préfet du 24 avril suivant;

Les délibérations du conseil général des mines des 14 et 21 juillet 1819, présidées par notre directeur général de cette administration et adoptées par lui;

Notre Conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. Le décret du 21 brumaire an 13 (12 novembre 1804), portant concession, en faveur du sieur Lassalle, des mines de houille de Lassalle, Miramont et Lagrange, commune d'Aubin, arrondissement de Villefranche, département de l'Aveyron, dans une étendue de surface de vingt kilomètres carrés, est et demeure rectifié comme il suit, en ce qui concerne l'énonciation de cette étendue :

ART. II. Cette concession, aux termes de l'article 2 dudit

décrot, et dans les limites qu'il désigne, est reconnue ne comprendre qu'une surface d'un kilomètre trente hectares carrés.

ART. III. Il sera restitué au sieur Lassalle, sur les fonds de non-valeur produits par le décime pour franc, perçu en sus de la redevance fixe établie sur les mines, les sommes qu'il a payées pour cette redevance au-delà de celles qu'il devait d'après l'étendue réelle de sa concession.

ART. IV. Nos ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Usines de  
la Granville.

*ORDONNANCE du 16 décembre 1819, concernant les usines établies sur la rivière de Chières, commune de la Granville.*

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu les pétitions adressées, tant au préfet de la Moselle qu'au Ministre de l'intérieur, les 14, 26 septembre 1812, 25 octobre, 27 décembre 1815 et 11 janvier 1818, par le sieur Joseph Denizet, propriétaire des forges de la Granville, à l'effet 1°. d'être maintenu dans la jouissance desdites usines; 2°. d'être autorisé à transformer la plâtrerie en un second feu d'affinerie; 3°. de construire un haut-fourneau près ces usines;

Les plans en triple expédition, joints à ces demandes;

Les certificats de publication et affiches délivrés par les maires de Briey, Metz, la Granville, Longwi, Sténay, Montmédy, Chauvigni, Saint-Hubert, Rilly, Cosne, Gorcy et Cons la Granville;

Les oppositions formées, les 20, 22 juin 1816 et 14 octobre 1818, 1°. par la comtesse de Villerupt, propriétaire des forges et fourneaux de Villerupt, et la baronne d'Huart, tant en son nom qu'en celui de ses enfans, propriétaires des forges et fourneaux d'Herseange; 2°. par les propriétaires ou baillistes des forges d'Hayange; 3°. par les sieur et dame de

Trotyanne, propriétaires du haut-fourneau de Villancy, dit Dorton;

Le mémoire du 1<sup>er</sup>. septembre 1816, par lequel le sieur Denizet répond aux motifs allégués contre l'établissement du haut-fourneau qu'il sollicite;

L'avis négatif donné par le conservateur du 22. arrondissement, le 10 décembre de ladite année;

Les rapports des ingénieurs ordinaire et en chef des ponts et chaussées de l'arrondissement, des 26, 28 mai 1813, 24 et 30 août 1817;

Ceux des ingénieurs des mines départis des 18, 20 décembre 1817, 3 janvier, 15 février, 9 septembre et 13 octobre 1818;

Les arrêtés du préfet de la Moselle des 17 avril 1818 et 2 janvier 1819;

Le cahier des charges souscrit par le demandeur le 22 dudit mois; l'opinion favorable émise par notre directeur-général de l'enregistrement des domaines et forêts, le 15 avril suivant;

Les délibérations du conseil général des mines des 2 juillet, 19 novembre 1818 et 18 août 1819, présidé par notre directeur-général de cette administration;

Notre Conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. Le sieur Joseph Denizet est autorisé 1°. à conserver et tenir en activité les forges qu'il possède sur la rivière de Chières, commune de la Granville, arrondissement de Briey, département de la Moselle; 2°. à convertir la plâtrerie existante sur ses forges en un second feu d'affinerie qu'il ne pourra tenir en activité que pendant sept mois consécutifs; 3°. à construire, dans le délai de deux ans au plus tard, un haut-fourneau dans l'emplacement et sur le cours d'eau indiqué au plan ci-joint, vérifié par l'ingénieur des mines et certifié par le préfet.

ART. II. L'impétrant se conformera exactement aux clauses et conditions énoncées au cahier des charges, par lui souscrit le 22 janvier 1819, lequel sera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de l'autorisation accordée.

ART. III. Il fournira, dans le délai de six mois, les plans et coupes de son haut-fourneau sur les échelles voulues par les réglemens.

ART. IV. Il ne pourra être employé au roulement du haut-fourneau que des bois provenant de l'étranger : il sera justifié de leur origine au préfet, par l'acquit des douanes délivré lors de leur introduction en France.

ART. V. Dans le cas où l'importation des bois étrangers deviendrait impossible, le haut-fourneau cessera son activité, à moins que le sieur Denizet ne préfère supprimer un de ses feux d'affinerie, ou qu'il soit parvenu à substituer la houille au charbon de bois dans ses autres usines. Alors l'administration pourra permettre le roulement et prescrire la durée de l'activité annuelle, en raison de l'économie des combustibles qui aura été introduite dans ses usines.

ART. VI. Les constructions relatives aux fourneaux, ateliers et machines seront exécutées sous la surveillance des ingénieurs des mines du département. Il sera dressé procès-verbal de la vérification des ouvrages après l'achèvement; expéditions du dit procès-verbal seront déposées aux archives de la préfecture, à celles de la commune, et il en sera donné avis à notre directeur-général des ponts et chaussées et des mines.

ART. VII. Le sieur Denizet n'entreprendra aucune extraction de minerais qu'après avoir obtenu les autorisations prescrites par la loi du 21 avril 1810, titre VII.

ART. VIII. Il ne pourra faire usage, pour laver ses minerais, que des cours d'eau qui lui seront désignés, et il se conformera, pour l'établissement de ses patouillets et bocards, à l'article 80 de la loi précitée.

ART. IX. Il paiera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, aux termes de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, la somme de six cents francs, savoir : trois cents francs pour le haut-fourneau, deux cents francs pour le feu d'affinerie et cent francs pour le changement de la platinerie en un second feu d'affinerie. Cette somme sera versée dans le délai d'un mois, à partir de l'ordonnance, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

ART. X. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites donnera lieu à poursuivre la révocation de la présente per-

mission, conformément à l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810.

ART. XI. Nos ministres de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

### *Cahier des charges pour la forge de la Granville (Moselle).*

ART. Ier. L'usine du sieur Denizet sera composée de deux feux d'affinerie et d'un ordon à Drôme, conformément aux plans qu'il a fournis, qui ont été vérifiés par l'ingénieur des mines et visés par le préfet.

La platinerie existante sera supprimée.

ART. II. L'une des affineries ne pourra rouler que sept mois de l'année. L'impétrant préviendra chaque année M. le maire de la Granville et M. le préfet, de l'époque où il mettra cette affinerie en feu, ainsi que de l'époque où le chômage commencera; procès-verbal de la mise en feu et du commencement du chômage sera dressé par M. le maire pour être transmis à M. le préfet.

ART. III. Les constructions relatives au cours d'eau seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des ponts et chaussées, et celles relatives aux fourneaux et aux machines le seront également sous la surveillance de l'ingénieur des mines; il sera dressé procès-verbal de la vérification desdits ouvrages après leur achèvement; copies en seront déposées au chef-lieu du département, à la commune de la Granville, et il en sera donné avis à M. le directeur-général des ponts et chaussées et des mines.

ART. IV. L'impétrant ne pourra augmenter ni transformer son usine, ni la transporter ailleurs, ni rien changer à la hauteur de la prise d'eau, des empalemens, vannes et déversoirs, sans en avoir reçu l'autorisation du gouvernement dans les formes voulues par les lois et réglemens.

ART. V. Dans le cas où, par mesure d'intérêt public, il serait fait par la suite des changemens au cours d'eau qui entraîneraient le chômage ou la cessation de l'usine, le permis-

sionnaire sera tenu de les souffrir sans qu'il puisse y avoir lieu à aucune indemnité.

ART. VI. Il tiendra son usine en activité constante pendant la durée indiquée en l'article II, et il ne la laissera pas chômer sans causes reconnues légitimes par l'administration.

ART. VII. Il paiera, à titre de taxe et pour une fois seulement, la somme qui sera déterminée par l'ordonnance à intervenir, conformément à l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810.

ART. VIII. Conformément à l'art. 36 du décret du 18 novembre 1810, l'impétrant fournira au préfet, tous les ans, et au directeur-général des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux consommés, des produits fabriqués et des ouvriers employés.

ART. IX. L'impétrant se conformera aux lois et réglemens existans et à intervenir sur le fait des usines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration des mines, concernant l'exécution des réglemens de police relatifs aux usines et à la sûreté des ouvriers.

ART. X. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites pourra donner lieu à la poursuite de la révocation de la permission, conformément à l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810.

Haut-  
fourneau de  
Hayon.

*ORDONNANCE du 29 décembre 1819, portant autorisation d'ajouter un second foyer au haut-fourneau de Hayon, commune de Trélon, département du Nord.*

**L**ouis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. Le sieur Bertrand, pour et au nom du sieur comte de Mérode, est autorisé à ajouter un second foyer à

son haut-fourneau de Hayon, commune de Trélon, département du Nord, conformément aux plans ci-annexés.

ART. II. Il se conformera à l'exécution des conditions prescrites par le cahier des charges qui sera annexé à la présente, sous peine de révocation de la permission.

ART. III. Il paiera, à titre de taxe fixe, aux termes de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, la somme de *trois cents francs*, qui sera versée dans la caisse du receveur de l'arrondissement dans le délai d'un mois.

ART. IV. Nos Ministres de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

*Cahier des charges pour un second haut-fourneau à construire, à côté de celui existant déjà au Hayon, commune de Trélon, arrondissement d'Avesnes, département du Nord, et dont l'établissement est sollicité par M. le comte de Mérode-Westorloo.*

ART. I<sup>er</sup>. L'usine à fer actuelle du Hayon, commune et canton de Trélon, arrondissement d'Avesnes, sera augmentée d'un second haut-fourneau seulement, adossé contre la masse de celui qui existe aujourd'hui, conformément aux plans fournis par l'impétrant.

ART. II. Les constructions hydrauliques que l'établissement du haut-fourneau pourra occasionner, seront exécutées sous la direction et surveillance des ingénieurs des ponts et chaussées, sous la condition expresse qu'il ne sera rien changé à la hauteur actuelle de la prise d'eau; cette hauteur sera répertée d'une manière fixe et invariable. Il sera dressé procès-verbal de cette opération; expéditions dudit procès-verbal seront déposées aux archives de la préfecture du département du Nord et de la commune de Trélon, pour y avoir recours au besoin, et il en sera donné avis à M. le directeur-général des ponts et chaussées et des mines.

ART. III. La construction du présent fourneau sera exécutée sous la surveillance de l'ingénieur des mines du département; il sera dressé procès-verbal de la réception des ouvrages; expéditions dudit procès-verbal seront déposées aux archives du département du Nord et de la commune de Trélon, pour y avoir recours au besoin, et il en sera donné avis à M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines.

ART. IV. Le sieur de Mérode, permissionnaire, ne pourra modifier son usine, la transférer ailleurs, rien changer à la hauteur de la prise d'eau, des empalemens, vanes et déversoirs, sans en avoir obtenu l'autorisation spéciale du gouvernement dans les formes prescrites par les lois et réglemens.

ART. V. Conformément à l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, l'impétrant payera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, la somme qui sera déterminée par l'ordonnance à intervenir.

ART. VI. Il tiendra sa nouvelle usine en activité constante, et il ne la laissera pas chômer sans cause reconnue légitime par l'administration.

ART. VII. Conformément à l'art. 36 du décret du 18 novembre 1810, le permissionnaire fournira au préfet, tous les ans, et au directeur-général des mines toutes les fois qu'il en fera la demande, les états certifiés des matériaux employés, des produits fabriqués et des ouvriers employés dans l'usine.

ART. VIII. Le permissionnaire se conformera aux lois et réglemens ou ordonnances existans ou à intervenir sur le fait des usines, sur l'exploitation des bois et sur l'exploitation des minerais de fer, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration des mines sur ce qui concerne l'exécution des réglemens de police relatifs aux usines et à la sûreté des ouvriers. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites pourra donner lieu à poursuivre la révocation de la permission, conformément à l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810.

*ORDONNANCE du 29 décembre 1819, concernant les usines de Chenecy, département du Doubs.* Usines de Chenecy.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ARTICLE 1<sup>er</sup>. Le sieur Louis-Vincent Mouret de Barterans, propriétaire des usines de Chenecy, arrondissement de Besançon, département du Doubs, est autorisé, conformément à ses demandes et aux plans joints à la présente ordonnance,

1<sup>o</sup>. A conserver les quinze grosses bobines qu'il a établies sur lesdites usines, en remplacement et en augmentation des douze tenailles permises par le décret du 4 mars 1808, lesquelles formeront, avec les dix petites bobines ou lières, 25 mouvemens indiqués au plan de détail dans le bâtiment F.;

2<sup>o</sup>. A construire dans les mêmes usines une tréfilerie pour la fabrication en grand du fil de laiton, composée de 42 bobines distribuées ainsi qu'il est indiqué au plan de détail précité, savoir : 28 dans le bâtiment R, 8 dans C, 6 dans H; d'un laminoir et d'une fenderie adaptés aux mêmes arbres que les cylindres cannelés qui existent dans le bâtiment R, et qui ne roulent qu'une partie de l'année;

3<sup>o</sup>. A rétablir dans l'emplacement M le second feu d'affinerie qui existait anciennement dans lesdites usines.

ART. II. La consistance des usines de Chenecy, déterminée comme il vient d'être dit, ne pourra éprouver aucun changement ni augmentation sans que l'administration en ait été préalablement prévenue.

ART. III. La hauteur de l'écluse actuelle sera fixée par l'administration, sur le rapport de l'ingénieur des ponts et chaussées du département; il en sera dressé procès-verbal dont expéditions seront déposées aux archives de la préfec-

turc et à celles de la commune, pour y avoir recours au besoin.

ART. IV. Il ne pourra être fait aucun changement à la disposition actuelle du cours d'eau sans une autorisation spéciale du gouvernement, conformément aux lois.

ART. V. Le sieur Mouret paiera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, aux termes de l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, la somme de 450 francs, savoir : 200 francs pour le rétablissement du feu d'affinerie, 150 francs pour la tréfilerie de laiton et 100 francs pour les bobines substituées aux tcailles.

Cette somme sera payée, dans le délai d'un mois à partir de la date de l'ordonnance, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

ART. VI. Il se conformera aux lois et réglemens existans et à intervenir sur le fait des usines, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration des mines sur ce qui concerne l'exécution des réglemens de police relatifs aux usines et à la sûreté des ouvriers.

ART. VII. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites donnera lieu à poursuivre la révocation de la permission, conformément à l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810.

ART. VIII. Nos Ministres secrétaires d'état aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

---

PREMIER TRIMESTRE DE 1820.

---

Forge de  
Cuxac - Ca-  
bardès.

ORDONNANCE du 12 janvier 1820, portant que le sieur Gourg-de-Moure est autorisé à rétablir une forge à fer, à la catalane, sur la rivière de la Dure, commune de Cuxac-Cabardès, département de l'Aude.

ORDONNANCE du 19 janvier 1820, portant que le sieur René-Mathurin Laumailier est autorisé à construire, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, au lieu dit La Ballue, commune de Bazouges-la-Perouse, arrondissement de Fougères, département d'Ille et Vilaine, une verrerie en gobeletterie et en vases de chimie, composée d'un fourneau à six pots, d'un four pour recuire le verre, et d'une chaudière pour préparer le salin.

Verrerie  
de Bazouges-  
la-Perouse.

ORDONNANCE du 19 janvier 1820, portant que le sieur Raymond-Rivals, propriétaire des forges et usines de Gincla et Mont-Fort, département de l'Aude, est maintenu et autorisé pour les nouveaux artifices introduits dans ses établissemens, consistant, savoir :

- 1°. en une fenderie composée de deux équipages dont un laminoir espatard et un découpoir;
- 2°. un fourneau à réverbère pour la fusion du fer en fonte;
- 3°. un fourneau de cémentation pour la conversion du fer en acier: le tout conformément aux plans joints à la demande de l'impétrant.

Usines de  
Gincla et  
Mont-Fort.

ORDONNANCE du 19 janvier 1820, portant

- 1°. que le sieur Morel est autorisé à trans-

Verrerie  
de Dieppe-  
dalle.

porter à Dieppedalle la verrerie existante au Boisguillaume; 2°. qu'elle sera, conformément à l'ordonnance du 14 août 1816, composée de deux fours de chacun huit pots, l'un pour le verre à vitre, l'autre pour le verre à bouteilles; et 3°. que l'impétrant est également autorisé à construire les fours à étendre le verre à vitre, et ceux à recuire les bouteilles.

---

## SECOND MÉMOIRE

*Sur plusieurs cristallisations nouvelles de plomb chromaté;*

PAR FRÉDÉRIC SORET.

LORSQUE je publiai mon premier Mémoire sur le plomb chromaté (1), j'annonçai l'existence de plusieurs formes nouvelles, dont les faces étaient trop petites pour pouvoir être déterminées avec quelque exactitude; les décroissemens qu'elles présentaient seraient donc restés inconnus pour moi, si des amis zélés de la cristallographie ne s'étaient pas fait un plaisir de m'offrir des échantillons, à l'aide desquels j'ai pu reconnaître un grand nombre de modifications intéressantes. Je me suis décidé, d'autant plus volontiers, à les décrire dans ce second travail, que c'est une occasion de relever une inadvertance commise dans le précédent, et de proposer aux naturalistes un nouveau changement à faire dans la forme primitive du plomb chromaté.

Depuis long-temps M. le professeur Cordier avait reconnu que l'incidence de M sur M n'était pas égale à l'angle droit; il avait même eu la complaisance de me faire part de son observation, et si je n'en fis pas usage alors, c'est que je

---

(1) Voyez les *Annales des Mines*, tome III, p. 479.

m'étais laissé séduire par la concordance qui existait entre les mesures observées et les mesures calculées d'après la forme primitive de M. Haüy. En effet, si l'on compare la nouvelle table d'incidences à l'ancienne, on pourra voir qu'il était difficile de reconnaître un écart qui n'est presque toujours que d'un petit nombre de minutes.

Les dimensions de la molécule données par M. Haüy, dans son Mémoire sur le pyroxène analogique, et de nouvelles mesures goniométriques, m'ont fait reconnaître mon erreur et ne m'ont plus laissé aucun doute sur la nature de la coupe transversale qui se trouve être un rhombe d'environ  $93^{\circ}$  et  $87^{\circ}$ , comme l'avait observé M. Cordier. M. Haüy s'est arrêté à cette valeur pour la mesure de M sur M, parce que c'est celle qui donne les rapports les plus simples pour les côtés de la molécule, outre qu'elle ne diffère pas d'une manière sensible des angles trouvés par le goniomètre.

D'après cela, le plomb chromaté a pour forme primitive : *un prisme oblique dont la coupe transversale est un rhombe de  $93$  et  $87$  degrés et dont l'incidence de la base P sur l'arête H est de  $103^{\circ} 16'$* . Le rapport des deux demi-diagonales de la coupe, avec la hauteur, est comme les nombres  $\sqrt{10}$ ,  $\sqrt{9}$ ,  $4\sqrt{2}$ ; ce qui donne pour rapport entre un des côtés de la base et la hauteur H, à-peu-près 7 : 9 (1).

(1) C'est par inadvertance que dans mon premier Mémoire j'ai indiqué le rapport 7 : 18, au lieu de celui de 7 : 9, qui donne les décroissemens les plus simples et que j'avais préféré. Par suite de cette erreur j'ai donné aux signes des faces  $v$ ,  $u$ ,  $s$ ,  $t$ ,

M. le comte de Bournon est le premier qui ait reconnu le véritable système de cristallisation du plomb chromaté. La forme primitive de cette substance est, selon lui, un prisme oblique dont la coupe transversale est un rhombe de  $93^{\circ}$  et  $87^{\circ}$ ; et dont la base est inclinée sur les côtés de  $108^{\circ} 72'$ . La différence qui existe entre la détermination que nous avons donnée et celle de ce célèbre naturaliste, n'a plus lieu que dans le degré d'obliquité et dans la valeur des angles du prisme; mais quant à la nature de la forme primitive, elle est maintenant la même dans l'un et dans l'autre système. La forme primitive de M. de Bournon doit donc pouvoir satisfaire aux nombreuses modifications du plomb chromaté; cependant, il est facile de s'assurer que ce sera par des lois plus compliquées que celles que nous en avons obtenues. Cette raison ne suffirait point pour motiver un changement, si les mesures de M. Haüy, celles de M. Cordier et les miennes, n'avaient pas toutes concouru à donner, pour l'incidence de P sur M et de M sur M, des angles moins grands que ceux qui sont indiqués dans le Catalogue de la collection du Roi, page 354.

M. Haüy, dans son beau Mémoire sur le pyroxène analogique, prend pour les rapports de  $p$ ,  $g$ ,  $h$ , les nombres  $\sqrt{9}$ ,  $\sqrt{10}$ ,  $\sqrt{2}$ . La valeur de  $h$  est telle que la donnent les lois de la cristallisation, mais comme il se trouve parmi les faces que j'ai observées quelques décroissemens qui

une valeur double de celle qu'ils doivent avoir; mais il est facile de faire cette correction, qui n'influe d'ailleurs en rien sur les formes secondaires et les valeurs de leurs angles.



seraient très-rapides d'après cette supposition ;

par exemple,  $\overset{\frac{1}{32}}{O}, \overset{\frac{1}{16}}{D}$ , et que d'ailleurs la théorie  
 $\begin{matrix} n & s \end{matrix}$

ne s'oppose pas à ce qu'on prenne un multiple qui simplifie tous les signes sans changer en aucune façon les résultats ; j'ai cru devoir quadrupler la hauteur.

Les légères modifications qu'il a fallu faire aux valeurs d'angles, ainsi que les faces nouvelles que nous avons observées, m'engagent à reproduire ici les deux tableaux de décroissemens et d'incidences.

Tableau des lois de décroissement.

P	M	G	G	H	H	B	B	D	D	A	A	E	E
$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
PM	g	r	f	q	v	u	t	x	s	k	l	σ	yz
$\overset{\frac{1}{8}}{O} \overset{2}{OO} \overset{2}{(1)}.$													
$\begin{matrix} n & \omega \end{matrix}$													

Tableau des incidences.

P sur l'arête H.....	103 <sup>d</sup> . 16'
P sur g.....	90.
P sur f.....	105. 16
P sur v.....	122. 20
P sur u.....	145. 7
P sur t.....	154. 9

(1) Voici quelle serait la table des décroissemens d'après la forme primitive déduite des lois ordinaires de la cristallisation :

P	M	G	G	H	H	B	B	D	D	A	A	E	E	O	O
$\frac{1}{42}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
PM	g	r	f	q	v	u	t	x	s	k	l	σ	yz	n	ω

P sur x.....	150 <sup>d</sup> . 25'
P sur s.....	110. 16
P sur k de retour.....	131. 28
P sur l de retour.....	92. 22
P sur y.....	119. 12
P sur z.....	158. 11
P sur n.....	107. 5
P sur M.....	99. 35
P sur M de retour.....	80. 25
M sur M.....	95.
M sur M de retour.....	87.
M sur r.....	165. 48
M sur g.....	133. 30
M sur q.....	166. 10
M sur f.....	156. 30
M sur t.....	145. 26
M sur x.....	129. 1
M sur s.....	169. 19
M sur v.....	138. 5
M sur u.....	115. 18
M sur σ.....	148. 2
M sur ω.....	150. 21
M sur n.....	156. 26
M sur l.....	135. 25
t sur s.....	156. 7
t sur x.....	165. 44
u sur v.....	157. 13
l sur f ou sur l'arête H.....	164. 13
l sur n.....	160. 25
l sur n de retour.....	19. 35
k sur f ou H.....	125. 16
k sur l.....	140. 54
n sur f ou H.....	176. 10
n sur k.....	120. 26
z sur g ou G.....	151. 49
z sur y.....	161. 1
y sur g ou G.....	150. 48

$r$ sur $r$ .....	64 <sup>d</sup> . 36'
$r$ sur $r$ de retour.....	115. 24
$r$ sur $f$ .....	122. 18
$g$ sur $r$ .....	147. 42
$g$ sur $f$ .....	90.
$g$ sur $q$ .....	119. 40
$q$ sur $q$ .....	120. 40
$q$ sur $q$ de retour.....	59. 20
$q$ sur $f$ .....	150. 20

Nous allons maintenant passer à la description des nouvelles variétés de formes qui se sont présentées à notre observation; il sera facile au lecteur de placer dans cette série les modifications précédemment décrites.

*Modification deux à deux.*

1. Plomb chromaté PM  
*Primitif* PM (fig. 1, Pl. III)

Il existe en petits cristaux, ayant 1 ou 2 millimètres de longueur, couchés sur une gangue de quartz hyalin amorphe. Cette druse m'a été communiquée par M. W. Marshall, membre distingué de la Société géologique; je dois encore à la complaisance de ce minéralogiste, la connaissance de la variété suivante, qui se trouve sur le même échantillon, entremêlée avec les cristaux primitifs.

*Modifications trois à trois.*

2. Plomb chromaté PMG<sup>4</sup>G  
*Péριοctaèdre* PG  $r$  (fig. 2).

Cristaux de la même grandeur que les précédents; leur position horizontale ne m'a pas per-

mis de les mesurer au goniomètre, mais en les comparant avec des fragmens isolés, je me suis assuré de l'identité des faces.

3. Plomb chromaté  $\frac{1}{2} \frac{a}{a}$   
*Mixtibinaire* M A A  
M l k (fig. 3).

Cristal isolé; prisme à quatre pans; sommet composé de deux faces situées sur un seul côté du prisme.

La variété 3 du précédent Mémoire, qui doit venir après celle-ci, et à laquelle j'avais donné le nom de *Mixtibinaire*, doit prendre celui de *Mixtiunitaire*, à cause du changement fait à son signe, par suite de la correction que nous avons indiquée plus haut.

4. Plomb chromaté  $\frac{1}{2} \frac{1}{8}$   
*Binomixte* M A O  
M l n (fig. 4).

Petit cristal isolé, d'une forme analogue à celle de la baryte sulfatée *Binaire*. Si l'on suppose que les faces  $l$  et  $n$  se prolongent assez pour se rencontrer, on obtient un octaèdre oblique à base rectangulaire.

5. Plomb chromaté *Pyramidé* M B B  
M t u

Fig. 50, Pl. III, du Tableau comparatif, moins la face  $r$ .

Cristal isolé, d'autant plus intéressant qu'il présente d'une manière bien caractérisée la face  $u$  déjà décrite par M. Haüy, et qui ne se rencontre que fort rarement dans les modifications secondaires.

6. Plomb chromaté  $M \overset{1}{D} \overset{2}{A}$   
*Unibinaire*  $M t k$  (fig. 5).

La face  $k$ , qui est bien distincte, présente des stries parallèles à la petite diagonale de la base du prisme primitif.

7. Plomb chromaté  $M \overset{1}{D} \overset{2}{A}^2$   
*Dodécaèdre*  $M t \sigma$  (fig. 6).

La face nouvelle  $\sigma$  occupe la place de  $l$ , elle forme deux triangles scalènes aigus très-inclinés sur les pans du prisme. Dans le cristal que je possède, deux des faces opposées  $M$  sont fort grandes, comparativement aux deux autres, ce qui donne à l'ensemble de la forme, un air de déviation qu'il est assez difficile au premier coup d'œil de ramener à la régularité.

8. Plomb chromaté *Heminome*  $M \overset{2}{E} \overset{1}{D}$   
 $M z t$

Ainsi nommé, parce que la moitié seulement des angles et des arêtes de la base, supportent un décroissement.

Voyez premier Mémoire, plomb chromaté *Ditétrahèdre*, Pl. IV, fig. 4, plus les faces  $z$  au sommet des arêtes aiguës des faces  $t$ .

*Modifications quatre à quatre.*

9. Plomb chromaté  $M \overset{1}{2} \overset{2}{A} B G^{44}$   
*Épiméride*  $M l u r$  (fig. 7).

Nom donné par M. Haüy aux cristaux dans lesquels le nombre des décroissemens, sur les

bords, dépasse d'une unité le nombre de ceux qui ont lieu sur les angles; et *vice versa*.

Le cristal isolé qui a servi de type à cette variété est presque entier.

10. Plomb chromaté *Mixti-*  
*uniquaternaire*  $M G^{44} G \overset{1}{2} \overset{1}{A} E$   
 $M r l y$

Voyez le précédent Mémoire, plomb chromaté *Mixtiuniquaternaire*, fig. 5, plus les faces  $y$  en remplacement des arêtes aiguës de  $t$ .

Les faces  $y$  forment de part et d'autre des faces  $t$  deux quadrilatères fort allongés.

11. Plomb chromaté  $M G^{44} G \overset{1}{2} \overset{1}{8} A O$   
*Hypéroxide*  $M r l n$

Cristal dans lequel les angles dièdres du sommet sont les plus aigus qu'on puisse avoir parmi les faces connues du plomb chromaté.

La coupe principale du solide est un rectangle, comme dans le plomb chromaté *Binomixte*.

Les cristaux qui ont servi de type à cette variété ont environ 2 ou 3 millimètres, et sont disséminés dans une gangue de plomb phosphaté aciculaire du plus beau vert. Cet échantillon se trouve dans la belle collection de M. Jurine; on y observe quelques cristaux appartenans à la variété *quadruple*; ils sont très-comprimés comme l'*Hypéroxide*; leur face  $t$  est linéaire.

Voyez fig. 4, plus les faces  $r$  sur les arêtes  $G$  du prisme.

12. Plomb chromaté  $M \overset{1}{D} \overset{1}{B} \overset{2}{A}^2$   
*Bibisunitaire*  $M t v \sigma$  (fig. 8).

Les faces  $\nu$  sont très-brillantes à gauche et à droite de  $\sigma$ ; je les ai mesurées avec le goniomètre de Wollaston, vu qu'elles sont trop petites pour que l'emploi du goniomètre ordinaire soit possible.

13. Plomb chromaté  $\overset{1}{M}\overset{2}{D}\overset{3}{G}\overset{4}{D}$   
*Mixtibisunitaire*  $M t g s$  (fig. 9).

$g$ , face nouvelle produite sur l'arête  $G$  du prisme.

14. Plomb chromaté  $\overset{1}{M}\overset{2}{D}\overset{3}{A}\overset{4}{D}$   
*Bimixtiunitaire*  $M t l s$

Variété *Disjointe*, fig. 10 du premier Mémoire, moins les faces  $r$  au prisme.

Belle druse de la collection de M. Jurine.

Les cristaux sont très-gros et couchés sur leur gangue.

C'est aussi la variété *Mixtiunitaire*, fig. 7, du précédent Mémoire, plus la face  $s$  située entre  $t$  et  $M$ .

15. Plomb chromaté  $\overset{1}{M}\overset{2}{D}\overset{3}{B}\overset{4}{G}$   
*Défectif*  $M t u g$  (fig. 10).

Cristal isolé complet; prisme à six pans; chaque sommet a quatre faces; c'est la forme primitive dont toutes les arêtes, excepté une, ont été tronquées, ce qui produit une espèce de défaut.

Dans le cristal que je possède, les pans du prisme sont tellement raccourcis, que les faces  $t$  du sommet paraissent les remplacer.

16. Plomb chromaté *Qua-*  $\overset{1}{M}\overset{2}{D}\overset{3}{AA}\overset{4}{E}$   
*driduodécimal*  $M t \sigma y$

Prisme à quatre pans; chaque sommet a six faces. Variété *Dodécaèdre*, fig. 6, plus les faces  $y$  sur les arêtes aiguës des faces  $t$ .

17. Plomb chromaté *Unibi-*  $\overset{1}{M}\overset{2}{D}\overset{3}{G}^{44}\overset{4}{GH}^{44}\overset{4}{H}$   
*quaternaire*  $M t r q$

Prisme à douze pans; sommet à deux faces; cristal isolé. Variété *Sexduodécimale* du précédent Mémoire, Pl. IV, fig. 12, moins les faces  $l$  au sommet.

18. Plomb chromaté *Quadridécimal*  $\overset{1}{M}\overset{2}{D}\overset{3}{AA}\overset{4}{E}$   
 $M t k y$

Variété *Unibinaire*, fig. 5, plus les faces  $y$  sur les arêtes aiguës de  $t$ .

Prisme à quatre pans; chaque sommet a cinq faces.

*Modifications cinq à cinq.*

19. Plomb chromaté *Émoussé*  $\overset{1}{M}\overset{2}{A}\overset{3}{G}^{44}\overset{4}{GDD}$   
 $M l r t x$

$x$ , face nouvelle au-dessus de  $t$ .

Voyez la figure du plomb chromaté *Disjoint*, Pl. IV, fig. 10 (premier Mémoire), en remplaçant  $t$  par  $x$ , et  $s$  par  $t$ . Le sommet doit être beaucoup plus obtus.

20. Plomb chromaté  $\overset{1}{M}\overset{2}{A}\overset{3}{G}^{44}\overset{4}{GD}\overset{5}{A}$   
*Soustractif*  $M l r t k$  (fig. 11).

La somme des nombres qui expriment les décroissemens en hauteur ou en largeur, est d'une unité moindre au prisme qu'à la base.

21. Plomb chromaté  $M \overset{\frac{1}{2}}{A} G^{44} G D^2 AA^2$   
*Décioctonal*  $M l r t \sigma$

Voyez, plomb chromaté *Sexoctonal*, fig. 8 du premier Mémoire, plus les faces  $\sigma$  sur les arêtes de jonction des faces M et L.

Prisme à huit pans; chaque sommet a cinq faces.

22. Plomb chromaté *Mix-ti-bisuni-quatenaire*  $M G^{44} G \overset{\frac{1}{2}}{A} D^2 H^1$  (fig. 12).  
 $M r l t f$

La face  $f$ , qui est nouvelle, a été déterminée par M. Haüy, sur un cristal encore inédit, qu'il possède dans sa collection. J'avais d'abord adopté le signe  $h$  pour rappeler l'arête sur laquelle elle est produite; mais cette face étant connue par M. Haüy, je me suis conformé à sa notation.

23. Plomb chromaté  $M D G^{44} G^1 G^1 \overset{\frac{1}{8}}{O}$   
*Sexdécimal*  $M t r g n$  (fig. 13).

Ce cristal qui est complet offre une structure assez singulière et analogue à celle que nous avons déjà indiquée pour la variété *Défective*. Les faces  $t$  sont très-prolongées aux dépens du prisme, en sorte qu'au premier coup d'oeil le cristal ressemble à celui d'une variété d'amphibole; savoir un prisme hexaèdre très-comprimé. Les faces  $g$  sont situées sur l'arête aiguë de jonction des faces  $t$ ; mais la direction de leurs stries

indique la véritable position qu'on doit leur donner.

24. Plomb chromaté  $M D G^{44} G E^2 AA^2$   
*Bisuniquadribinaire*  $M t r y \sigma$  (fig. 14).

Prisme à huit pans; chaque sommet a six faces.

Cristal isolé qui m'a été communiqué par M. Jurine.

25. Plomb chromaté  $M D \overset{\frac{1}{2}}{A} D^2 \overset{\frac{1}{4}}{AA}^2$   
*Émarginé*  $M t l' s \sigma$  (fig. 15).

Cristal complet; prisme à quatre pans; chaque sommet a sept faces.

26. Plomb chromaté  $M G^{44} G^1 H^1 D^2 AA^2$   
*Déci-octonal*  $M r f t \sigma$

Prisme à dix pans; chaque sommet a quatre faces.

Voyez fig. 12, dans laquelle  $l$  serait remplacé par les deux facettes  $\sigma$ .

*Modifications six à six.*

27. Plomb chromaté *Octo-  
 quatuordécimal*  $M G^{44} G \overset{\frac{1}{2}}{A} \overset{\frac{1}{4}}{D} \overset{\frac{1}{4}}{D} \overset{\frac{1}{4}}{E}$   
 $M r l t s y$

Petite druse que je dois, ainsi que plusieurs des variétés précédentes, à la générosité de M. Seguin, membre distingué de la Société impériale de Minéralogie, à Saint-Petersbourg.

Voyez fig. 10 du précédent Mémoire, plus les faces  $y$  sur les arêtes aiguës de  $t$ .

28. Plomb chromaté  $M G^{44} G \overset{\frac{1}{2}}{A} \overset{\frac{1}{8}}{D} O^2 \overset{\frac{1}{8}}{O} O^2$   
*Equivalent*  $M \ r \ l \ t \ n \ \omega$  (fig. 16).

L'un des deux décroissemens mixtes sur les angles, a la même valeur comparativement à l'autre, que celle qui résulte de la comparaison des décroissemens sur les arêtes.

29. Plomb chromaté *Mixti-*  
*quadritriunitaire*  $M G^{44} G \overset{\frac{1}{2}}{A} \overset{1}{D} G \overset{1}{E}$   
 $M \ r \ l \ t \ g \ y$

Voyez plomb chromaté *Sexoctonal* (premier Mémoire), plus les faces  $y$  sur les arêtes aiguës de jonction des faces  $t$ , et  $g$  troncature sur les arêtes  $G$  du prisme.

Prisme à dix pans; chaque sommet a cinq faces.

Se trouve dans la collection de M. Jurine.

30. Plomb chromaté *Qua-*  
*driodécimal*  $M \overset{\frac{1}{2}}{D} \overset{\frac{1}{2}}{A} \overset{1}{E} \overset{2}{E} \overset{2}{A} A^2$   
 $M \ t \ l \ y \ z \ \sigma$  (fig. 17).

Prisme à quatre pans; chaque sommet a neuf faces.

Cristal accolé à celui de la variété *Quadridécimale*.

31. Plomb chromaté  $M G^{44} G \overset{1}{H} \overset{\frac{1}{4}}{D} \overset{\frac{1}{2}}{D} A$   
*Didécàèdre*  $M \ r \ f \ t \ s \ l$

Voyez la fig. 12, plus les faces  $s$  entre  $t$  et  $M$ .

32. Plomb chromaté  $M G^{44} G \overset{1}{H} \overset{1}{D} G \overset{1}{O} O^2$   
*Duodécimoctonal*  $M \ r \ f \ t \ g \ \omega$  (fig. 18).

Prisme à douze pans; chaque sommet a quatre faces.

*Modifications sept à sept.*

33. Plomb chromaté  $M G^{44} G \overset{\frac{1}{4}}{D} \overset{\frac{1}{2}}{D} \overset{\frac{1}{8}}{A} \overset{2}{O} B$   
*Octosexdécimal*  $M \ r \ s \ t \ l \ n \ u$

Prisme à huit pans; chaque sommet a huit faces.

Voyez plomb chromaté *Octodécimal*, fig. 15, précédent Mémoire, plus les deux faces  $u$  au-dessus de  $l$ .

34. Plomb chromaté  $M G^{44} G \overset{1}{D} \overset{\frac{1}{4}}{D} \overset{\frac{1}{2}}{A} \overset{\frac{1}{8}}{O} O^2$   
*Equidisjoint*  $M \ r \ t \ s \ l \ n \ \omega$

Les décroissemens entiers et fractionnaires, soit sur les bords, soit sur les angles, comparés entre eux, ont tous le même quotient quatre.

Voyez fig. 16, plus  $s$  entre  $t$  et  $M$ .

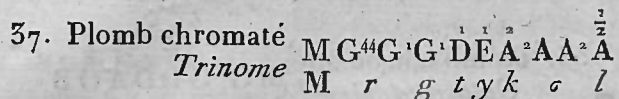
35. Plomb chromaté *Qua-*  
*driduovigésimal*  $M \overset{1}{D} \overset{\frac{1}{4}}{D} \overset{2}{A} \overset{2}{A} \overset{1}{E} \overset{2}{E}$   
 $M \ t \ s \ k \ \sigma \ y \ z$

Voyez plomb chromaté *Zonaire*, fig. 17, premier Mémoire, moins les faces  $P$  qui sont remplacées par  $\sigma$  à gauche et à droite de  $k$ .

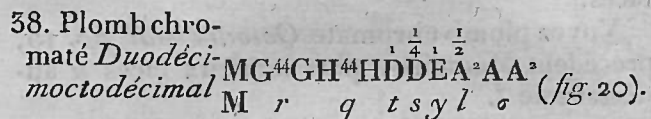
Prisme à quatre pans; chaque sommet a onze faces; la face  $y$  est un filet très-délié.

36. Plomb chromaté  $M G^{44} G \overset{1}{D} \overset{1}{D} \overset{1}{H} \overset{1}{H} \overset{1}{E} \overset{2}{A} A^2$   
*Partiel*  $M \ r \ t \ s \ q \ y \ \sigma$  (fig. 19).

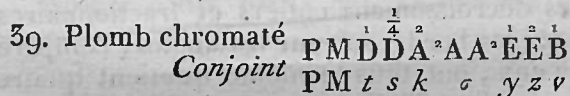
Prisme à douze pans; chaque sommet a huit faces.

*Modifications huit à huit.*

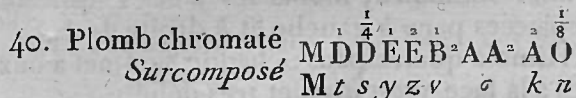
Offrant trois espèces de décroissemens sur le même angle.



Prisme à douze pans; chaque sommet a neuf faces.

*Modification neuf à neuf.*

Ce cristal, quoiqu'il soit petit, est assez parfait pour que j'aie pu en mesurer toutes les faces, au moyen du goniomètre de Wollaston. Il s'en trouve un pareil au mien dans le cabinet de M. Jurine.

*Modification dix à dix.*

Les décroissemens ont lieu sur tous les angles et les arêtes de la base; le prisme est resté intact.

J'ai négligé de donner les projections de ces dernières variétés parce qu'il est facile de se les figurer en les comparant avec celles qui précèdent.

*Annotations.*

Si l'on prend garde aux diverses modifications que nous venons de passer en revue, on s'apercevra que plusieurs d'entre elles ont de grands rapports extérieurs, tandis que les lois qui les ont produites sont totalement différentes. Le genre de forme primitive qu'il nous a fallu adopter rend ce résultat nécessaire; en effet, la structure en est telle, que toutes les faces produites sur l'une des moitiés du noyau pouvant toujours trouver leurs analogues sur l'autre, rien n'empêche qu'on ne découvre des formes secondaires ayant des faces en même nombre et disposées de même manière, quoique produites sur des angles ou des arêtes opposées.

Par exemple, la variété *Unibinaire*  $MD^2AA^2$ ,  
 $M t \sigma$  ressemble tellement au cristal qui aurait pour

signe  $M\overset{\frac{4}{3}}{B}^2OO^2$  (fig. 6 bis), qu'il serait difficile

de les distinguer, même à l'aide du goniomètre. La forme extérieure des deux cristaux est sensiblement la même, comme on peut s'en assurer par l'inspection des figures.

De là naît une objection contre l'utilité de la cristallographie. Si l'angle O et l'arête B peuvent produire des faces inclinées d'autant de degrés sur le prisme et sur la base, que celles qui naissent sur l'angle A et l'arête D; comment reconnaître, parmi les formes secondaires, celles qui proviennent de l'un ou de l'autre de ces deux ordres de décroissemens?

Cette difficulté a quelque chose de spécieux; mais il est aisé de la faire disparaître. Nous croyons utile d'entrer à ce sujet dans quelques détails ultérieurs.

Le savant illustre auquel nous devons la théorie de la cristallisation, a déjà montré, dans son Mémoire sur la mesure des angles des cristaux (1), qu'il était impossible de confondre entre elles plusieurs formes semblables, produites sur les mêmes arêtes ou les mêmes angles d'un noyau primitif. Il a pris pour exemple tous les dodécaèdres possibles sur les bords latéraux du rhomboïde de la chaux carbonatée, dodécaèdres qui, malgré leur grande analogie apparente, ont toujours des caractères distinctifs. Voyons maintenant si les solides analogiques du plomb chromaté ne sont pas dans le même cas.

J'observe d'abord que toutes les faces, actuellement connues, diffèrent assez entre elles, dans leurs incidences, pour qu'il soit impossible de les confondre. Les seules faces  $\omega$  et  $\sigma$ , produites sur des angles opposés, font à-peu-près un même angle sur les pans du prisme; ce sont les seules qui pourraient donner lieu à quelque hésitation. Examinons premièrement ce cas.

Soient deux cristaux qui n'ont point encore été observés, mais qui peuvent exister, et dont les signes sont  $M^2AA^2$  et  $M^2OO^2$ ; si l'on renverse la position naturelle de l'un des deux et qu'on le compare à l'autre, on croira n'y point voir de différence; mais si les angles dièdres

(1) Observations sur la mesure des angles des cristaux, par M. Haüy. *Annales des Mines*, 1818.

sont sensiblement égaux (1), il n'en est pas de même des angles plans. Les arêtes de jonction des faces  $\omega$  et  $\sigma$  avec M, sont parallèles aux deux diagonales de ce plan, et comme il n'est pas rectangulaire, les diagonales font, avec les côtés adjacens, des angles très-différens; ces angles plans sont reproduits par l'intersection de  $\sigma$  et de  $\omega$  avec M et ne peuvent être confondus. En effet, dans la variété M  $\sigma$  les faces du prisme sont des parallélogrammes de  $41^\circ. 42'$ , et  $57^\circ. 41'$ , tandis que dans la variété M  $\omega$  elles sont de  $46^\circ. 23'$ , et  $34^\circ. 25'$ .

Le plomb chromaté *Mixte*  $M^{\frac{1}{2}}A$  ( *Annales des Mines*, 1818, Pl. IV, fig. 3 ), ressemble à

celui qui aurait pour signe  $M^{\frac{5}{2}}O$ , puisque l'incidence de  $Z'$  sur H n'est que de  $23'$  plus forte que celle de  $Z$  sur la même arête. L'écart d'un demi-degré est peu sensible même pour une main exercée; mais la simple inspection des angles plans du prisme suffira, comme dans le cas précédent, pour faire éviter toute erreur.

Il en sera de même de la face  $\overset{2}{A}$  comparée à  $\overset{4}{K}$ ; et quant à celles produites sur les arêtes, on se servira d'un moyen analogue pour les distinguer.

(1) La différence est de 2 degrés. On peut trouver une face  $\omega'$  qui produirait un angle beaucoup plus rapproché de l'angle formé par  $\sigma$ ; mais nous avons pris  $\omega$  pour abrégé: cela ne change en rien notre observation.



Ainsi, la face  $\overset{1}{D}$   $\underset{t}{z}$  qui fait avec M l'angle de  $145^{\circ}.48'$  et la face  $\overset{4}{B}$   $\underset{z'}{z'}$  qui fait l'angle de  $145^{\circ}.8'$ , ne peuvent être confondues, parce que leurs arêtes de jonction sont parallèles aux côtés de la base, côtés qui sont avec ceux du prisme des angles plans inégaux. Dans le premier cas, l'arête de jonction de la face  $z$  donne avec G un angle de  $80^{\circ}.47'$  et avec H un angle de  $90^{\circ}.13'$ ; dans le second cas, l'arête de jonction de la face  $z'$  donne précisément l'inverse.

J'ai cru nécessaire de donner quelque étendue à cette digression, parce que si l'objection sur laquelle elle repose était fondée, il en rejallirait une incertitude continuelle sur les principaux résultats de la cristallographie.

Les travaux des physiciens, sur les rapports qui existent entre l'action de la lumière et la forme des milieux qu'elle traverse, ont acquis trop d'importance pour qu'il soit possible de n'en pas tenir compte; on négligerait par là l'un des plus forts argumens qu'on puisse donner en faveur de la cristallographie. Prenons pour exemple le plomb chromaté. M. Brewster a observé qu'il avait deux axes de double réfraction: cette structure optique est incompatible avec celle d'un prisme droit à bases carrées; et M. Haüy a de son côté adopté définitivement un prisme oblique qui s'accorde parfaitement bien avec les deux axes. Si nous avions pu disposer de cristaux assez transparens pour se prêter à des expériences exactes, il n'y a pas de doute que nous eussions trouvé une symétrie parfaite entre la

structure optique et la forme primitive; mais l'existence de deux directions dans lesquelles la double réfraction est nulle, suffit déjà pour montrer la concordance que nous avons en vue d'établir. Ce n'est pas ici la place d'entrer dans de plus grands détails, on les trouvera dans les beaux travaux de M. Biot et dans les curieux Mémoires publiés par M. Brewster. Je me contenterai d'ajouter un seul mot à ce sujet; le plomb chromaté est dichroïte; des cristaux bien purs, vus par transparence perpendiculairement aux faces du prisme, présentent, suivant la position qu'on donne au cristal, tantôt une couleur rouge, tantôt une couleur orangée. M. Biot qui, le premier, a observé que la propriété du dichroïsme était commune à beaucoup de substances douées de la double réfraction, a bien voulu, à ma prière, me donner les moyens d'étudier, sous ce rapport, le plomb chromaté. Un cristal placé contre une carte dans laquelle on avait pratiqué un petit jour, a présenté, en le regardant au travers d'un prisme de chaux carbonatée, deux images distinctes, l'une rouge, l'autre orange; de plus amples explications sur ce genre d'expériences, se trouvent renfermées dans une note fort curieuse, insérée par M. Biot dans le *Bulletin des Sciences* de la Société Philomatique, pour le mois de septembre 1819.

Plusieurs minéralogistes ont dit que les peintres russes faisaient un grand usage, dans leurs tableaux, de la belle poussière orange qu'on obtient par la trituration des cristaux de plomb chromaté. MM. Töpffer et Massot, peintres trop connus pour que je m'arrête à parler ici de leur talent, ont fait plusieurs essais infructueux sur cette couleur. Exposée au so-

leil, elle se ternissait au bout de quelques heures et prenait une teinte sale d'ocre jaune; mélangée avec d'autres couleurs, elle les dénaturait très-promptement. Il paraît que son union avec l'huile favorise cette action rapide de la lumière; car le même effet n'a pas lieu dans la peinture au lavis.

M. Massot, auquel je dois ces détails, a bien voulu enrichir ma collection de plusieurs cristallisations nouvelles; je lui dois près de la moitié de celles qui sont décrites ici. J'adresse encore de vifs remerciemens à MM. Duval frères, Töpffer et Séguin, que j'ai eu l'occasion de citer, soit dans ce Mémoire, soit dans le précédent, et qui ont ajouté de nouvelles richesses à celles que je tenais déjà de leur libéralité; c'est par leur moyen que j'ai pu obtenir sur gangue un grand nombre de modifications qui jusqu'alors ne s'étaient offertes à moi qu'en cristaux isolés.

Qu'il me soit permis, en terminant ce travail, de porter sur la tombe d'un savant célèbre le tribut de ma reconnaissance et de mes regrets. C'était sous les auspices de M. Jurine que j'avais toujours travaillé; c'était sous sa direction que j'avais entrepris mes recherches sur le plomb chromaté, dont je comptais lui faire hommage. Une mort prompte et cruelle vient de nous l'enlever; son nom sera gravé dans les fastes de la science; sa mémoire sera toujours chère à ses nombreux amis.

---

## MÉMOIRE

SUR

### LA PIERRE D'ALUN

(ALUNITE, ALAUNSTEIN) cristallisée;

PAR M. LOUIS CORDIER,

Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines (1).

DANS un mémoire, dont j'ai eu l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie des Sciences, et qui a été imprimé il y a déjà quelque temps (2), j'ai fait connaître que la pierre d'alun compacte ne se trouvait pas seulement dans les États-Romains et dans la Hongrie, mais qu'elle existait dans presque tous les volcans brûlans, et qu'on la rencontrait aussi dans les volcans éteints de l'Auvergne; j'ai donné la description et l'analyse d'une roche provenant du Mont-Dore, qui en est presque entièrement formée, et j'ai exposé les motifs d'après lesquels il me paraissait qu'on pouvait se décider à faire une espèce minérale de la pierre de la Tolfa, et de toutes les masses agrégées confusément qui offrent des propriétés analogues, quels que soient d'ailleurs le degré de

---

(1) Ce Mémoire est extrait des *Mémoires du Muséum*, tome VI, page 204.

(2) *Annales des Mines*, 1819, tome IV, page 205.

leur consistance, leur forme souvent empruntée, et le rôle qu'elles jouent au milieu des roches volcaniques (1). Je possédais alors, ainsi que M. Haüy, de très-petits cristaux qui nous avaient été donnés, les uns par M. Parsch et qui venaient de Hongrie, les autres par M. Borkowski, et qui provenaient de la Tolfa, et que ces minéralogistes distingués regardaient comme la pierre d'alun cristallisée; mais l'exiguité des cristaux et leur petit nombre ne permettaient pas d'en faire un examen rigoureux, de les soumettre à une analyse exacte, et de décider, avec connaissance de cause, si la pierre d'alun avait un type cristallisable. A la vérité, plusieurs auteurs avaient déjà essayé de décrire ces cristaux; mais la plupart avaient vu des cubes ou des octaèdres réguliers, là où M. Mohs avait cru reconnaître des rhomboïdes, et leurs descriptions ne portaient guère que sur quelques caractères extérieurs peu décisifs. L'essentiel restait donc à faire sous le rapport minéralogique comme sous le point de vue chimique; cette lacune ne pouvant être indifférente au géologue, ni même au mineur, j'ai essayé de la remplir en me livrant aux recherches dont je vais rendre compte. Je ne dois pas négliger de dire que c'est un ami de la science extrêmement distingué, M. le chevalier de Parga, conseiller-d'état de S. M. le roi d'Espagne, qui m'en a fourni les moyens, en me communiquant, au commencement de

(1) Il y a long-temps que M. Breislak a annoncé qu'il existe de la pierre d'alun compacte à la solfatare de Pouzzoles et à Ischia; mais presque tous les auteurs, même les plus modernes, ont négligé de citer cette indication qui est très-exacte.

l'année dernière, de très-gros échantillons qui lui avaient été récemment apportés de la Tolfa par M. Rodriguès, habile minéralogiste de sa nation, et en me permettant d'en consacrer une partie aux épreuves nécessaires pour déterminer les principes constituans et les propriétés spécifiques qu'il s'agissait de vérifier ou de reconnaître.

Ces échantillons consistaient : 1°. en une belle portion de druse formée de cristaux rhomboïdaux basés, ayant chacun 2 à 3 millimètres de côté; 2°. en une masse grenue à gros grains parfaitement cristallins quoique amorphes, et dont le groupement présentait une tendance à la texture fibreuse; 3°. en une masse parfaitement compacte, homogène et blanche, et dans laquelle les épreuves chimiques n'ont manifesté qu'une quantité de silice extrêmement faible.

Ce dernier échantillon n'offrait rien que de bien connu relativement aux caractères minéralogiques; je n'en fais mention que parce que j'ai déterminé avec soin sa pesanteur spécifique. Son poids absolu était d'environ 36 décagram. (12 onces); la pesanteur spécifique s'est trouvée de 2,6940.

La masse grenue étant bien homogène, m'a donné d'abord, d'une manière certaine, la pesanteur spécifique de la pierre d'alun cristallisée. L'échantillon pesait près de 40 décagrammes (13 onces); la pesanteur spécifique s'est trouvée de 2,7517; les grains amorphes qui la composaient avaient jusqu'à 3 millimètres de grosseur; ils étaient demi-transparens et jouissaient d'un tissu parfaitement cristallin. La quantité de ces grains dont j'ai pu disposer m'a permis, non-

seulement d'en soumettre une partie à l'analyse chimique, mais encore d'en étudier les caractères minéralogiques et de m'assurer ainsi de l'exactitude des observations faites sur les cristaux de la masse drusique.

Pour rendre d'ailleurs la description que je vais donner plus complète, j'ai eu égard aux petits cristaux rapportés de Hongrie par M. Parsch, ainsi qu'aux concrétions fibro-granulaires que Dolomieu avait remarquées, il y a fort longtemps, dans quelques échantillons compactes qu'il avait recueillis à la Tolfa, mais dont il n'avait pas précisément déterminé la nature.

*Description de la pierre d'alun cristallisée.*

La pierre d'alun, indépendamment de la structure confuse qu'elle affecte ordinairement, à raison de son origine, se présente quelquefois régulièrement agrégée. Elle occupe alors des fissures ou de très-petites cavités dans des massifs compacts de même nature, et se montre sous trois aspects différens qui résultent du volume des cristaux et de leur isolement ou de leur groupement.

Tantôt elle est en *cristaux* dérivés d'un rhomboïde et qui tapissent des surfaces drusiques, tantôt en masses *granulaires* ou *grenues* qui tendent toujours un peu à la structure fibreuse.

La grosseur des cristaux observés jusqu'à présent varie de 1 à 3 millimètres; celle des grains cristallins amorphes n'est guère plus forte; elle diminue même souvent au-dessous d'un millimètre.

La forme primitive est un rhomboïde si peu

aigu qu'on serait tenté de le confondre avec le cube; les angles que les faces font entre elles sont en effet d'environ 89 et 91 degrés: ce rhomboïde jouit de la propriété d'être sous-divisible dans le sens d'un plan perpendiculaire à l'axe.

Il y a deux variétés de forme dans les cristaux, savoir :

1<sup>re</sup>. VARIÉTÉ. Pierre d'alun *primitive*, P. Nous venons d'en donner les angles.

2<sup>o</sup>. VARIÉTÉ. Pierre d'alun *basée*, P A. Dans

celle-ci les deux sommets de la forme primitive sont remplacés par une facette triangulaire équilatérale dont l'incidence sur chacune des trois faces adjacentes du rhomboïde est d'environ 124 degrés. Cette variété, qui est produite par un décroissement d'une rangée de molécules sur les sommets du rhomboïde, a deux physionomies distinctes; lorsque les deux facettes culminantes ont peu d'étendue, le cristal se présente comme un octaèdre irrégulier; lorsque ces facettes s'étendent considérablement, le cristal n'est plus qu'une lame hexagone bordée par les rudimens alternatifs des faces primitives (comme dans le fer spéculaire) (1).

(1) Des circonstances particulières ont retardé la publication des recherches contenues dans ce mémoire; j'en avais depuis quelque temps communiqué les résultats à M. Haüy, lorsqu'il a paru dans le Bulletin des Sciences de la Société Philomatique, année 1819, cahier d'août, une notice dans laquelle M. Boudant a rendu compte de ses observations sur le gisement de la pierre d'alun de Hongrie, et a exposé une opinion qui lui est particulière, relativement au mode suivant lequel les roches dont elle fait partie ont dû se former. L'auteur a considéré les cristaux de cette substance comme

Les angles et les arêtes des cristaux sont assez nets ; mais les plans du rhomboïde sont quelquefois striés dans le sens de la petite diagonale, ou plus souvent gauchis et tourmentés (comme dans le spath perlé). Cette dernière circonstance, jointe à la petitesse des cristaux, ne permet pas d'en mesurer les angles avec une précision qui soit complètement satisfaisante.

Les grains et les cristaux sont quelquefois diaphanes et sans couleur ; ordinairement ils sont demi-transparens ou translucides et colorés en blanc grisâtre, jaunâtre ou rosé. Ils sont quelquefois superficiellement recouverts par une pellicule ferrugineuse rougeâtre ou brune.

Excepté dans ce dernier cas, l'éclat des surfaces naturelles est toujours vif et miroitant.

En considérant l'espèce de la forme primitive, on ne peut douter que la pierre d'alun ne soit douée de la double réfraction.

J'ai pesé à-la-fois plusieurs petits groupes de cristaux bien purs, et j'ai obtenu un résultat si voisin de celui que j'ai rapporté ci-dessus, que j'estime qu'il faut s'en tenir à ce dernier comme étant donné par une expérience faite en grand ; ainsi, la pesanteur spécifique reste déterminée à 2,7517, nombre qui excède beaucoup les évaluations que quelques auteurs en ont données.

Cette substance appartient d'ailleurs à la grande série des espèces qui sont maigres et médiocrement froides au toucher.

---

dérivant d'un rhomboïde, ainsi que l'avait fait M. Mohs, et a donné des valeurs d'angles qui diffèrent de celles que je viens de rapporter ; mais il n'a regardé lui-même ces valeurs que comme des aperçus.

Sa dureté est médiocre ; elle raie la chaux carbonatée, et elle est rayée par la chaux fluatée.

Elle est aigre et facile à casser.

Sa cassure est très-sensiblement lamelleuse dans un seul sens qui est perpendiculaire à l'axe de la forme primitive ; on pourrait dire que dans tous les autres sens la cassure est inégale passant à la conchoïde, si on n'apercevait à une vive lumière les indices de division mécanique qui sont parallèles aux faces du rhomboïde primitif.

L'éclat de la cassure est vif, et son aspect est vitreux passant à l'aspect gras.

Les fragmens sont irréguliers, offrant en général des angles obtus et des arêtes peu tranchantes.

Ils se réduisent facilement en poudre et en croquant faiblement sous le pilon.

Leur poussière est parfaitement blanche ou très légèrement teinte de la couleur que la masse présentait auparavant.

Elle est médiocrement rude au toucher et ne tache point.

Au feu du chalumeau la pierre d'alun cristallisée décrépité. On ne peut observer l'action d'une chaleur continuée qu'en plaçant un fragment de la pierre, soit entier, soit pulvérisé, dans un très-petit creuset formé d'une lame de platine excessivement mince. La pierre chauffée modérément laisse dégager une odeur très-sensible d'acide sulfureux ; mise ensuite sur la langue, elle en absorbe l'humidité et donne une forte saveur d'alun. Si, au lieu d'interrompre la calcination, on pousse le feu, la pierre perd son acide, se frite un peu sans se fondre, et devient parfaitement insipide.

Tels sont les caractères minéralogiques de la pierre d'alun. On voit que cette substance se distingue nettement de toutes les espèces minérales connues jusqu'à présent; son caractère distinctif, dans la méthode de M. Haüy, sera d'avoir pour forme primitive un rhomboïde un peu aigu d'environ 89 et 91 degrés, et de donner, par une calcination modérée d'abord, une odeur d'acide sulfureux, et ensuite une saveur alumineuse. Je vais maintenant rapporter les expériences que j'ai faites dans le but de déterminer les principes constituans.

*Analyse de la pierre d'alun cristallisée.*

J'ai opéré sur des fragmens de la masse grenue à grains cristallins, de 2 à 3 millimètres de grosseur, que j'ai déjà citée. Ces fragmens, quoique assez gros, étaient translucides; leur couleur, d'un blanc jaunâtre, indiquait qu'ils étaient très-légèrement souillés de fer hydraté.

*Première série d'expériences.*

a) 6 décigrammes, réduits en poudre impalpable et placés dans un creuset de platine, ont été chauffés fortement dans un fourneau à courant d'air, donnant une chaleur d'environ 30 degrés du pyromètre de Wedgwood. La poudre a perdu très-exactement la moitié de son poids ou 50 pour 100; exposée pendant plusieurs jours à l'action de l'air, son insipidité n'a point diminué, mais son poids avait un peu augmenté.

b) On a pris 26 centigrammes de cette poudre calcinée, après l'avoir préalablement séchée, et on les a fondus avec le double de leur poids de

potasse caustique. On a dissous dans de l'eau aiguisée d'acide muriatique; l'évaporation à siccité a prouvé que la dissolution ne contenait point de silice, car le résidu s'est entièrement redissous dans l'eau. Cette nouvelle dissolution, après avoir été mêlée de muriate de baryte et filtrée, a fourni 2 centigrammes de sulfate de baryte; cette quantité, d'après les proportions indiquées par M. Thénard, répond à 0,6884 d'acide sulfurique: c'est 1,324 pour 100 de la pierre employée.

c) La liqueur a été ensuite essayée par les réactifs; on n'y a reconnu que de la potasse, de l'alumine et quelques traces de fer.

*Seconde série d'expériences.*

d) On a pris 1 gramme de la pierre réduite en poudre impalpable, et après l'avoir chauffée avec le double de son poids de potasse caustique, on a dissous dans l'eau aiguisée d'acide muriatique, et on s'est convaincu de nouveau de l'absence de la silice en évaporant à siccité et en redissolvant dans l'eau. L'addition du muriate de baryte a fourni un précipité qui, après avoir été pesé et rougi, pesait (y compris la portion que le filtre avait absorbée), 103,25, ce qui correspond à 35,495 d'acide sulfurique.

e) La liqueur précédente, mêlée d'ammoniaque, a fourni un précipité alumineux qui, après avoir été rougi, est resté parfaitement blanc et pesait 43,5.

f) Cette alumine ayant été fondue avec de l'alcali et dissoute dans l'acide muriatique, on a cherché à en séparer le fer au moyen de l'hy-

drosulfure d'ammoniaque. Il s'est séparé quelques flocons gris et en si petite quantité qu'il n'a pas été possible d'en tenir compte.

*Troisième série d'expériences.*

g) Il restait 116 centigrammes de la pierre réduite en poudre impalpable; on les a fait bouillir dans de l'acide sulfurique concentré. L'acide n'exerçant pas une action très-sensible, on a essayé d'étendre d'eau, et ce qui est fort remarquable, la dissolution s'est alors opérée en très-peu d'instans. On a précipité l'alumine par l'ammoniaque; on a filtré et lavé à chaud le précipité, et on l'a ensuite rougi: il pesait 45 centigrammes  $\frac{1}{2}$ ; la liqueur à laquelle on avait réuni les eaux de lavage a été rapprochée; il s'est formé un très-léger dépôt alumineux qui, après avoir été recueilli, pesait  $\frac{1}{2}$  centigramme. On a donc obtenu en tout 46 centigrammes d'alumine, ce qui correspond à 39,654 pour 100 de la pierre employée.

h) La liqueur contenant les sulfates a été évaporée à siccité; le résidu a été chauffé fortement dans un creuset de platine où il a été projeté par petites portions; le sulfate d'ammoniaque a été vaporisé, et on a obtenu du sulfate de potasse légèrement coloré, qui, après avoir été redissous, évaporé et rougi dans un très-petit creuset, a été pesé avec le creuset dont le poids était connu. Le sulfate de potasse, ainsi obtenu, pesait 21,5, ce qui équivaut à 11,623 d'alcali, et en définitif à 10,021 sur 100 de la pierre employée.

Si on examine ces résultats, on trouve que

la quantité d'alumine n'est déterminée d'une manière certaine que par l'expérience g). En effet, comme les précipités alumineux sont difficiles à laver, si malgré le lavage à chaud il est resté quelque partie saline avec la terre obtenue par cette expérience, ce ne peut être que du sulfate d'ammoniaque qui s'est vaporisé lorsqu'on a chauffé au rouge pour sécher. Tout porte à croire, au contraire, que dans l'expérience e) le lavage n'a point été assez parfait, et qu'il est resté quelque peu de muriate de baryte dont la terre a augmenté le poids du précipité alumineux.

Quant à la potasse, on pouvait espérer d'obtenir au moyen de l'expérience a), la somme des poids de l'alumine et du sulfate de potasse; mais il paraît qu'à une haute température, non-seulement une partie du sulfate est décomposée par la réaction de l'alumine, mais encore qu'il y a une petite portion de sulfate vaporisée. Tout ce qu'on peut conclure de cette expérience, c'est que 100 parties de la pierre ne contiennent pas moins de 9,026 d'alcali. Il faut donc s'en tenir au résultat absolu et un peu supérieur qui est fourni par l'expérience h).

Enfin, quant à la proportion d'eau contenue dans la pierre, n'ayant trouvé aucun moyen direct et absolu de la déterminer, je me contenterai de l'évaluer par déduction.

Ainsi, la pierre d'alun cristallisée est composée des principes suivans; savoir, sur 100 parties:

Acide sulfurique. . . . .	35,495
Alumine.. . . .	59,654
Potasse. . . . .	10,021
Eau et perte. . . . .	14,830
Oxide de fer accidentel. . .	une trace

100

La première conséquence à tirer de cette analyse, c'est, je crois, que la pierre d'alun cristallisée est une combinaison d'hydrate d'alumine avec le double sulfate anhydre d'alumine et de potasse. En effet, si on se donne la peine de répartir la quantité d'acide sulfurique obtenue, de manière à la saturer des deux bases, la notation chimique qui précède prend la forme suivante :

Sulfate d'alumine anhydre..	38,507	} 57,041
Sulfate de potasse anhydre..	18,534	
Hydrate d'alumine.. . . . .	42,959	

100

Mais on sait, d'après M. Berzélius, que le poids de l'atome de sulfate double est de 6473,75, et que celui de l'atome de l'hydrate est de 976,63. Or, si on admet un moment que le rapport des deux composans que nous venons de supposer est exactement de 57 à 43, et si on cherche le nombre d'atomes de chaque espèce qui existent dans la combinaison, on trouve à peu de chose près que la combinaison est formée de 5 atomes d'hydrate et de 1 atome de sel double.

En regardant ce dernier résultat comme celui de la nature, et en s'arrêtant au nombre 1 et 5, voici les proportions rectifiées qu'il faudrait admettre dans la pierre d'alun cristallisée :

Acide sulfurique. . . . .	35,263
Alumine.. . . .	39,533
Potasse. . . . .	10,577
Eau. . . . .	14,827

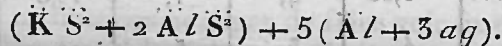
100

Ou sous une autre forme :

Double sulfate { Sulfate d'alumine. 37,745	} 56,937
anhydre. { Sulfate de potasse. 19,192	
Hydrate d'alumine. . . . .	43,063

100

L'atome de cette combinaison serait du cinquième ordre, et son poids relatif, d'après le principe des tables de M. Berzélius, s'exprimerait par le nombre 11371,9. La formule de sa composition, d'après la manière de noter du même savant, serait :



Ces résultats théoriques paraîtront sans doute très-probables; ils seront mieux appréciés si l'on veut considérer que la pierre d'alun cristallisée ne contient que le tiers de l'eau qu'il faudrait pour porter le double sulfate à l'état d'alun, et que d'un autre côté l'hydrate qu'elle renferme semble être en quelque sorte l'équivalent de la quantité d'eau qui serait nécessaire pour produire ce sel au moyen du double sulfate.

La seconde conséquence que l'on peut déduire de l'analyse précédente, c'est que la silice n'est certainement point essentielle à la composition des pierres d'alun compactes, ainsi qu'on l'a cru pendant long-temps; on peut également présumer que les variétés compactes contiennent



souvent une certaine quantité d'alumine, soit pure, soit hydratée, soit même sous-sulfatée, surabondante à la combinaison qui peut cristalliser; c'est du moins ce qui paraît résulter de la comparaison des analyses les plus récentes. Voici en effet ces analyses; elles portent sur cinq variétés :

	VARIÉTÉ de la Tolfa, d'après M. Vauquelin.	VARIÉTÉ de la Tolfa, d'après Klaproth.	VARIÉTÉ de la Hongrie, d'après Klaproth.	VARIÉTÉ de Montione, d'après Descostils.	VARIÉTÉ du Mont Dore.
Acide sulfurique.	25,	16,5	12,5	55,6	27,5
Alumine.....	43,92	19,	17,5	40,	31,80
Potasse.....	3,08	4,	1,	13,8	5,79
Eau.....	4,	3,	5,	10,	3,72
Silice.....	4,	56,5	62,25	»	28,40
Oxide de fer....	»	»	»	»	1,44
Perte.....	»	1,	1,75	»	1,82
	100	100	100	100	100

D'après le système de la nomenclature chimique, il n'est pas aisé de former la dénomination qui convient à la pierre d'alun à raison des principes constituans qui lui sont essentiels. Dans tous les cas, il ne paraît pas qu'on puisse

lui conserver celle de sous-sulfate d'alumine et de potasse que j'avais été conduit à lui donner lorsque j'ai fait connaître la nature de la prétendue brèche siliceuse du Mont Dore. Les minéralogistes seront moins embarrassés : on a déjà désigné sous le nom d'*aluminite*, le sous-sulfate simple d'alumine qui a été trouvé à Halle et à Newhavem. Il me semble qu'il serait convenable d'attribuer le nom d'*alunite* à l'espèce minérale qui nous occupe; on y joindrait l'épithète de *silicifere* pour les variétés compactes qui sont endurcies par de la terre siliceuse. Quant aux variétés compactes qui peuvent contenir de l'alumine surabondante à la combinaison qui est susceptible de cristalliser, comme la surabondance n'influe pas sensiblement sur les caractères physiques des masses, la nomenclature du minéralogiste n'est pas obligée d'en tenir compte.

Je ne dois pas négliger de faire voir que cette surabondance de l'alumine, soit pure, soit hydratée, soit même sous-sulfatée, ne serait pas moins facile à expliquer que la présence de la silice. Nous savons maintenant que la formation de la pierre d'alun compacte est due, comme celle, au reste, des autres variétés, à des solfatares anciennes ou modernes; on ne rencontre les roches, dont cette pierre fait la base, que dans les volcans brûlans ou dans les terrains volcaniques démantelés de toutes les époques. Elles s'y présentent sous forme d'amas transversaux, d'une profondeur souvent indéfinie, et dont la figure, l'étendue et la puissance varient à raison, non-seulement de la distance à laquelle l'effet des vapeurs sulfureuses a pénétré horizontalement dans le terrain, mais encore de la

forme, des dimensions et du nombre des ouvertures par lesquelles elles s'exhalaiënt. Ces vapeurs, en attaquant et en décomposant les parois des roches diverses (1) au milieu desquelles elles ont trouvé passage, ont nécessairement mis en liberté beaucoup de silice et d'alumine. Il n'est pas étonnant que ces terres aient été souvent incorporées dans la pierre d'alun, à mesure qu'elle s'est formée et qu'elle s'est agrégée confusément. On conçoit d'ailleurs, avec facilité, comment cette agrégation confuse a toujours eu lieu sur place et à côté de la roche intacte (sauf quelques effets de tassement), et comment elle a dû être favorisée par l'humidité habituelle qui abreuvait les fissures, les fentes, les grandes crevasses, les anciennes cheminées de cratères, et en général tout système de conduits analogues où la transmutation s'est opérée. C'est ainsi que les choses se passent encore à présent. Il n'y a pas de solfatare moderne, y compris celle qui occupe tout le sommet du pic de Ténériffe (2), où l'on ne puisse observer que le terrain décomposé est continuellement imbibé d'humidité, et où l'on ne soit frappé de

(1) Les nombreuses variétés de pierre d'alun compactes, friables ou pulvérulentes, qu'on a observées jusqu'à présent, ont toutes été formées aux dépens des couches si variées du sol volcanique de tous les âges. Cependant, je ne doute pas qu'on n'en découvre un jour au milieu des roches primordiales ou secondaires, *abondantes en feldspath*, qui ont été percées par les antiques éruptions, dont les nombreuses contrées où il existe des roches volcaniques démantelées, ont été le théâtre. De semblables altérations ont encore lieu dans les profondeurs de la terre, par-tout où les soupiraux des volcans brûlans traversent des terrains feldspathiques; mais les résultats sont à jamais cachés pour nous.

(2) *Journal de Physique*, tome LVII, page 55 et suiv.

la grande quantité d'eau en vapeurs qui s'en exhale. On y voit la pierre d'alun, friable, pulvérulente ou compacte, s'y former pour ainsi dire sous les yeux, par la double action de l'eau et des vapeurs sulfureuses. Au reste, l'influence de l'humidité chaude ou froide, dans les cas analogues à celui dont il est question, a été parfaitement saisie par Dolomieu, et sur-tout par M. Breislak; il suffirait de parcourir l'excellente description que ce dernier minéralogiste a donnée de la solfatare de Pouzzoles, dans le second volume de ses Voyages dans la Campanie, pour rester convaincu de la réalité de cette influence.

Il est à remarquer maintenant que notre manière de concevoir l'assortiment des principes qui composent la pierre d'alun cristallisée, a l'avantage de fournir une explication fort simple de ce qui se passe lorsqu'on calcine le minerai de la Tolfa pour en extraire ensuite le sel alumineux. L'hydrate d'alumine est, comme tous les hydrates que nous connaissons, très-facilement décomposable par la chaleur. Sa combinaison avec le double sulfate se détruit à mesure que l'eau se vaporise; le double sulfate anhydre se dégage et se change en alun aussitôt qu'on lui présente l'eau de combinaison qu'il est susceptible d'absorber. Cela est si vrai que lorsqu'on opère la calcination sur du minerai peu ou point silicifère, après l'avoir réduit en poudre impalpable, on n'en peut pas retirer plus de sel après une macération d'un mois, que si on lessivait immédiatement après avoir calciné; c'est ce qui résulte du moins des expériences de Descostils et des miennes. La silice et les autres principes étrangers dont le minerai peut être mélangé,

ne jouent donc qu'un rôle mécanique dans l'opération, et ils n'en retardent le succès qu'en raison de leur abondance plus ou moins grande.

Il ne sera pas inutile de présenter ici le tableau de l'échafaudage atomistique binaire de la combinaison dont nous venons de donner l'analyse; les personnes peu exercées pourront se rendre compte de ce qu'il faut entendre par les expressions d'atome du cinquième ordre, qui ont été employées précédemment, et elles comprendront plus facilement la construction de la formule ci-dessus.

TABLEAU de la composition atomistique de l'alunite.

ATOME DU 5 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOME DU 4 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOMES DU 3 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOMES DU 2 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOMES DU 1 <sup>e</sup> . ORDRE.
1 atome d'alunite =	1 at. de double sulf. anhydre d'alumine et de potasse =   et.....	2 at. de sulfate d'alum. =	4 at. d'acid. sulf. =	12 at. d'oxygène et 4 at. de soufre.
		et	2 at. d'alumine =	6 at. d'oxygène et 2 at. d'aluminium.
		1 at. de sulf. de potasse =	2 at. d'acide sulf. =	6 at. d'oxygène et 2 at. de soufre.
		et	1 at. de potasse =	2 at. d'oxygène et 1 at. de potassium.
		5 at. d'hydrate d'alumine =	15 atomes d'eau =	15 at. d'oxygène et 30 at. d'hydrogène.
			5 at. d'alumine =	15 at. d'oxygène et 5 at. d'aluminium.
				100

Je partirai de la considération de ce tableau pour faire observer en général combien les diamètres des molécules intégrantes des combinaisons complexes doivent être plus considérables que ceux des molécules élémentaires. A s'en tenir aux données que suggère la théorie des proportions définies, un atome d'alunite serait, en dernière analyse, composé (ainsi qu'on vient de le voir) de 100 atomes élémentaires; savoir: 1 de potassium, 7 d'aluminium, 6 de soufre, 30 d'hydrogène, et 56 d'oxygène; mais il faut aller plus loin, et c'est la cristallographie qui nous en fournira les moyens. Si, comme le pense M. Haüy, et comme on n'en peut guère douter, toute molécule intégrante, de quelque ordre qu'elle soit, est le résultat d'un assortiment régulier de molécules principes (1), qui toutes sont polyédriques et de forme constante; il est évident que les atomes de la chimie ne représentent, relativement à chaque espèce de combinaison dont ils font partie, que des sommes ou plutôt des doses de ces molécules principes (2). Ainsi, par exemple, dans le sulfate de chaux

(1) Un exemple fera comprendre le sens qu'il faut attacher, d'après M. Haüy, à ces expressions de molécules *intégrantes*, *principes* ou *élémentaires*. Le calcium, le carbone ou l'oxygène, forment les molécules élémentaires de la chaux carbonatée; la chaux et l'acide carbonique en forment les molécules principes, et les dernières particules du carbonate de chaux en sont les molécules intégrantes.

(2) J'ajouterai qu'on serait fondé à remplacer les expressions *d'atome* ou de *proportion*, dont on s'est servi jusqu'à présent dans le langage chimique, par celles de *dose proportionnelle* ou *dose atomistique*; ces dernières présenteraient un sens plus exact et plus facile à saisir.

anhydre, dont l'atome intégrant est formé d'un atome de chaux et de deux atomes d'acide sulfurique, quelque figure qu'on veuille attribuer à ces trois atomes, il serait impossible d'en composer un assortiment qui produisit un prisme droit à la base rectangle dont les côtés seraient entre eux comme les racines carrées des nombres 17, 21 et 30, prisme qui est cependant la forme primitive de la combinaison. On conçoit très-bien, au contraire, que si l'atome de chaux est composé de vingt ou trente molécules de chaux, par exemple, et si chacun des atomes d'acide sulfurique renferme trente ou quarante molécules d'acide, leur mélange chimique peut produire un assortiment régulier semblable à la forme primitive. Je viens de citer une combinaison du troisième ordre; on pourrait en dire autant des combinaisons du second ordre ou de celles du quatrième et du cinquième. D'où on voit qu'en revenant à la pierre d'alun, et en supposant que chacun des atomes chimiques qui entrent dans l'échafaudage binaire de cette combinaison, équivalé, terme moyen, à dix molécules minéralogiques du même ordre que lui, il faudrait admettre qu'il existe un nombre immense de molécules élémentaires dans l'atome de la pierre. Ce résultat n'est, sans contredit, qu'un aperçu; mais il justifie suffisamment ce qui a été avancé ci-dessus, savoir, que les molécules intégrantes des corps composés paraissent avoir des diamètres incomparablement plus grands que ceux de leurs molécules élémentaires.

On voudra bien remarquer que cette notion serait également soutenable, si, au lieu de con-

sidérer les molécules minéralogiques de tous les ordres comme étant polyédriques, on voulait supposer qu'elles sont simplement sphériques, ainsi que le pensent plusieurs physiciens, et entre autres MM. Berzélius et Wollaston; car alors il serait indispensable d'admettre que ces particules sphériques ont des diamètres très-différens, ou qu'ayant des diamètres égaux, elles possèdent des sphères d'activité diverses, ou bien, ce qui serait plus probable, qu'elles jouissent tout à-la-fois de ces deux conditions d'inégalité spécifique.

Je terminerai en indiquant une autre considération générale qui est également suggérée par la composition de l'alunite cristallisée; c'est que probablement ce n'est point l'action des dernières molécules des corps qui produit les phénomènes de la double réfraction. Ces phénomènes paraissent dus à l'action des molécules intégrantes, et cela ne résulte pas seulement des observations cristallographiques de M. Haüy, mais encore des données que la chimie peut fournir. On pourrait appuyer cette dernière assertion en se contentant de prendre la pierre d'alun pour exemple; car cette substance est incontestablement douée de la double réfraction, puisqu'elle a un rhomboïde pour forme primitive; mais comme la petitesse des cristaux ne m'a pas permis de vérifier cette propriété (1),

(1) Depuis la rédaction de ce mémoire, M. Biot s'est assuré de la double réfraction de l'alunite par des expériences très-ingénieuses, auxquelles j'ai eu l'avantage d'assister. Cet habile physicien s'est servi d'un appareil de son invention, au moyen duquel on peut apprécier les propriétés polarisantes dans les plus petits fragmens d'un minéral.

j'aurai recours à la citation du gypse ordinaire; L'eau, la chaux et l'acide sulfurique, forment, comme tout le monde le sait, les molécules principes de cette dernière substance minérale; or, l'eau fait partie de plusieurs composés qui ont la réfraction simple; l'acide sulfurique joue précisément le même rôle dans l'alun, et la chaux dans le spath fluor. Cependant, la réunion de ces trois principes constituans n'en donne pas moins naissance à une combinaison qui a la propriété de doubler les images.

Quoi qu'il en soit des considérations que nous venons d'exposer, les observations et les expériences dont nous avons d'abord rendu compte n'en sont pas moins constantes. On trouvera probablement qu'elles complètent les données qu'il était nécessaire de réunir avant d'accorder l'institution spécifique à la pierre d'alun; et on jugera sans doute que rien ne s'oppose plus à ce que l'on ajoute désormais cette espèce, si remarquable à beaucoup d'égards, aux cent quatre-vingts espèces bien avérées qui figurent maintenant dans la classification méthodique du règne minéral d'après les principes de M. Haüy.

---

## MÉMOIRE

SUR

### LA MINE DE FER DE LA VOULTE,

(DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE);

PAR MM. THIRRIA et LAMÉ, élèves ingénieurs au Corps royal des Mines.

CETTE mine est située à un quart de lieue à l'est de la petite ville de La Voulte. On suit, pour y arriver, le lit d'un ruisseau qui va se jeter dans le Rhône. Les deux côtés du creusement fait par les eaux du ruisseau, sont composés d'un calcaire grisâtre très-schisteux. C'est dans ce calcaire que se trouve une couche de 5 à 6 mètres d'épaisseur de fer oligiste, tantôt compacte parfaitement pur, tantôt feuilleté et mélangé d'argile, qui s'y trouve souvent en veines de plusieurs pouces d'épaisseur. Cette couche, coupée par le lit du ruisseau, affleure à la surface sur un quart de lieue d'étendue. Le calcaire voisin de cette couche principale alterne avec de petites couches métallifères moins riches, dont plusieurs feraient d'excellentes pierres à crayon. Le banc de minerai et les couches calcaires sont dirigés de l'est à l'ouest et inclinés de plus de 50° vers le sud.

En longeant le lit du ruisseau, on voit le cal-

caire adossé à stratification non concordante sur un schiste micacé de même nature que celui qui compose toutes les montagnes de la Lozère et une grande partie de celles du Vivarais. Vers la partie supérieure, ce schiste micacé perd son éclat et prend l'apparence d'un grès; mais, en étudiant ce passage géologique, on ne doute plus que cette nouvelle roche ne soit encore du schiste micacé.

En descendant, au contraire, le ruisseau vers le Rhône, on voit le calcaire perdre son caractère schisteux, et passer du gris au blanc jaunâtre. Ce calcaire, qui borde le Rhône au midi de La Voulte, est le même que celui qui forme toutes les montagnes du Bas-Vivarais, et repose immédiatement sur le terrain houiller d'Alaix. Sa position géologique est celle du calcaire alpin; on peut donc conclure que le minerai de La Voulte se trouve en couche dans un calcaire entièrement semblable au calcaire alpin.

La couche métallifère est formée, à sa partie supérieure, d'une argile ferrifère que l'on rejette, d'un minerai feuilleté extrêmement délitabile et qu'il est impossible de façonner en échantillons, ainsi que la plupart des couches calcaires supérieures; ce minerai, très-mélangé d'argile, est dit de troisième qualité. Le minerai de seconde qualité vient ensuite; il est schisteux aussi, mais n'est délitabile que dans le sens des feuilletés; c'est dans cette partie de la couche que l'on trouve souvent des veines d'argile ferrifère. Enfin, vient le minerai compacte, dit de première qualité. Après cette partie de la couche les deux autres minerais et l'argile ferrifère se succèdent de nouveau, mais en sens inverse, jusqu'au mur.

Quoique l'épaisseur de chaque partie de la couche soit extrêmement variable, on peut compter sur 1 mètre  $\frac{1}{2}$  d'épaisseur du minerai compacte occupant le milieu, et sur 1 mètre de chaque minerai de deuxième et troisième qualité du côté du toit; vers le mur leur épaisseur n'est guère que d'un demi-mètre chacun.

La mine est maintenant exploitée très-grossièrement, à ciel ouvert, sur la rive droite du ruisseau. Deux ouvriers et deux enfans, employés à ôter les déblais et à les tasser dans le ruisseau, sont les seuls bras employés à la mine; l'un des ouvriers a l'entreprise. M. Frère-Jean jeune, de Lyon, et Compagnie, lui donnent 5 francs pour 20 quintaux, extraits au pic et à la poudre, portés sur des tombereaux par le lit du ruisseau servant de route jusqu'au bateau qui doit les transporter, en remontant le Rhône, jusqu'à Vienne; il peut fournir, dans une quinzaine, 5,500 quintaux. Dans le lieu où l'exploitation est établie, il y a environ 10 pieds d'alluvions modernes et terre végétale. Les ouvriers ont découvert de petits puits dans la masse du minerai remplis des mêmes alluvions; leurs parois étaient tapissées d'entailles qui n'avaient pu être faites que par des pics. Il paraît, d'après cela, que cette mine a déjà été exploitée, et très-anciennement; car la tradition n'en fixe pas l'époque dans le pays. Elle a été découverte de nouveau dans une des dernières années du 18<sup>e</sup>. siècle, par M. Faujas Saint-Fond.

Nous avons soumis à l'analyse chimique, dans le laboratoire de l'École royale des Mines, une suite d'échantillons des diverses parties de la couche métallifère et des différentes variétés du

calcaire qui l'encaissent. Voici les résultats de ces analyses :

1°. Le calcaire alpin qui recouvre la formation schisteuse, dont la couche métallifère fait partie, a donné :

Carbonate de chaux. . . . .	0,9590
Carbonate de magnésie. . . . .	0,0126
Carbonate de protoxide de fer. . . . .	0,0146
Argile. . . . .	0,0220
Eau. . . . .	0,0088
Perte. . . . .	0,0030
	<hr/>
	1,0000

2°. Le calcaire schisteux qui recouvre immédiatement la couche, contient fréquemment entre ses feuillettes des boules aplaties, dont la pesanteur spécifique et l'aspect rougeâtre à la surface et grisâtre dans l'intérieur semblent appartenir au fer carbonaté des houillères. Une de ces boules a donné à l'analyse :

Carbonate de chaux. . . . .	0,1915
Carbonate de magnésie. . . . .	0,0260
Carbonate de fer. . . . .	0,5500
Carbonate de manganèse. . . . .	0,0575
Argile. { Silice. . . . .	0,1200
{ Alumine. . . . .	0,0500
Eau. . . . .	0,0050
	<hr/>
	1,0000

L'essai, par la voie sèche, a donné 0,270 de fer métallique (1).

(1) Ce minéral est un véritable *fer carbonaté compacte argileux*, qui ne diffère de celui des houillères, qu'en ce qu'il renferme une assez forte proportion de carbonate de chaux.

3°. Le calcaire schisteux, occupant le mur de la couche métallifère, a donné :

Carbonate de chaux. . . . .	0,4716
Carbonate de fer. . . . .	0,1314
Carbonate de manganèse. . . . .	0,0996
Argile. . . . .	0,2260
Eau. . . . .	0,0542
	<hr/>
	0,9828

4°. L'argile schisteuse ferrifère, encaissée par bancs dans la mine, est composée de :

Carbonate de chaux. . . . .	0,008
Carbonate de magnésie. . . . .	0,044
Carbonate de fer. . . . .	0,457
Argile. . . 0,445. { Silice. . . . .	0,319
{ Alumine. . . . .	0,121
{ Chaux. . . . .	0,005
Eau. . . . .	0,024
	<hr/>
	0,978

La voie sèche a produit un culot de fer métallique du poids de 0,21.

5°. Le minéral de fer schisteux, dit de troisième qualité, a donné :

Carbonate de chaux. . . . .	0,0426
Carbonate de magnésie. . . . .	0,0351
Peroxide de fer. . . . .	0,6605
Peroxide de manganèse. . . . .	0,0250
Argile. { Silice. . . . .	0,1680
{ Alumine. . . . .	0,0200
Eau. . . . .	0,0283
Perte. . . . .	0,0205
	<hr/>
	1,0000

On ne l'avait pas encore observé dans un pareil gisement, quoiqu'on sût depuis long-temps que les calcaires secondaires sont assez souvent intimement mélangés de carbonate de fer en proportions variables.

Le culot de l'essai, par la voie sèche, pesait 0,46.

6°. Le minerai de fer schisteux, dit de deuxième qualité, contient :

Peroxyde de fer. . . . .	0,907
Argile. . . . .	0,080
Perte au feu. . . . .	0,008
	<hr/>
	0,995

Le culot métallique pesait 0,63.

7°. Le minerai compacté, dit de première qualité, contient :

Peroxyde de fer. . . . .	0,953
Argile. . . . .	0,054
Eau et perte. . . . .	0,033
	<hr/>
	1,000

Le culot métallique pesait 0,65.

Il suit de toutes ces analyses, que non-seulement les différentes parties de la couche, mais encore les couches calcaires avoisinantes et l'argile ferrifère, peuvent être traitées comme minerais de fer au haut-fourneau.

L'absence de la chaux, dans les minerais de première et deuxième qualité, et leur grande richesse, les rendraient éminemment propres au traitement à la forge catalane. Ce traitement a été essayé à Vienne, mal-à-propos, sur le minerai calcaire de troisième qualité, et n'a pas réussi.

Les minerais de première, deuxième et troisième qualité, sont maintenant traités à Vienne par le coak, dans un haut-fourneau, dont la hauteur totale est de 36 pieds; le diamètre du gueulard est de 42 pouces. La forme extérieure est composée de trois parties; la base est prismatique, carrée et de 42 pieds de côté; la partie moyenne est conique, et enfin le fourneau est

terminé par un cylindre. La base est consolidée par des barres de fonte qui traversent le fourneau; quant aux parties dont la coupe horizontale est circulaire, elles sont maintenues assemblées par des cercles en fonte placés de mètre en mètre; il y a deux tuyères; l'air est fourni par deux machines soufflantes cylindriques, en fonte à double effet, qui sont mises en mouvement par une roue hydraulique à aubes de 27 pieds de diamètre, faisant ordinairement huit tours par minute, et dont l'arbre porte deux manivelles. Chacune de ces manivelles, par le moyen d'une bielle, d'un balancier et d'un parallélogramme, fait mouvoir le piston d'une machine soufflante. Le diamètre de chaque cylindre est de 3 pieds  $\frac{1}{2}$ ; la levée du piston de 3 pieds. Il est facile de conclure de-là que ces machines soufflantes lancent dans le fourneau 924 pieds cubes d'air par minute.

Les trois espèces de minerai, composant la couche de La Voulte, sont mélangées par tiers avant le grillage. Ce grillage, qui a sans doute pour objet de fendiller le minerai, se faisait dans des fourneaux de réverbère. Aujourd'hui, on se sert à cet effet du fourneau à grillage continu, employé au Creusot, et dont on trouvera un dessin à la fin de cette livraison.

La charge du haut-fourneau se compose de :

210 kil. de coak,
150 kil. de minerai grillé,
45 kil. de castine (calcaire),
15 kil. de marne calcaire (1).

(1) On ne conçoit pas l'utilité de la marne.

Il serait facile de composer un mélange très-fusible en employant des proportions convenables des minerais de pre-



On coule toutes les douze heures, pendant lesquelles on fait vingt-huit à trente charges. La coulée de fonte pèse ordinairement de 45 à 50 quintaux. Comme le minerai employé pèse de 84 à 90 quintaux, il suit de là que le traitement donne en fonte les  $\frac{1}{2}$  du minerai ou 55 pour 100. Les analyses précédentes indiqueraient dans un pareil mélange 0,58 de fer métallique.

Le coak dont on se sert vient de Rive-de-Giers (Loire), où M. Frère-Jean jeune a une exploitation de houille. La carbonisation est faite dans des fourneaux fermés et disposés de manière à recueillir le noir de fumée dans des chambres latérales.

La fonte, provenant du haut-fourneau de Vienne, est transportée à Lyon, où M. Frère-Jean a une fonderie.

---

mière, deuxième et troisième qualité, du fer carbonaté en boules et du calcaire schisteux. L'usage de ces deux dernières substances serait d'autant plus avantageux qu'elles renferment de l'oxide de manganèse dont la présence améliore la fonte en même temps qu'elle facilite beaucoup la fusion des laitiers.

P. B.

---

SUR

## LA COUPELLATION ET LE TRAITEMENT

DE

### LA GALÈNE ARGENTIFÈRE;

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal  
des Mines.

---

POUR doser l'argent que renferme la galène, on en extrait d'abord la plus grande proportion possible de plomb, par un moyen quelconque, et l'on soumet ensuite ce plomb à la coupellation; ou bien on la scorifie avec de la litharge, etc., et on coupelle le culot de plomb qui en résulte. Le premier procédé est suffisamment exact, lorsque l'essai qui précède la coupellation a donné beaucoup de plomb (au moins 0,66); le second est très-exact et donne tout l'argent contenu dans la galène, quelle que soit d'ailleurs la quantité de plomb produit par la scorification; mais l'un et l'autre procédé ont l'inconvénient d'exiger deux opérations. J'ai pensé qu'il serait possible de soumettre directement la galène à la coupellation et d'en faire ainsi l'essai, pour ar-

Modes  
d'essai ordi-  
naires.

Inconvé-  
niens.

gent, en une seule opération. J'ai commencé à ce sujet quelques expériences à l'école pratique de Moutiers en 1805, et je les ai continuées depuis, à diverses époques, à Paris. Elles ont eu un plein succès; je vais en faire connaître les principaux résultats.

Conditions  
essentiell.

Coupe-  
llation directe.

Pour que la galène puisse être coupellée directement, il faut qu'elle soit bien lavée et amenée au moins à l'état de schlich le plus pur que l'on puisse obtenir en grand; les 0,02 ou 0,03 de matières étrangères, telles que quartz, sulfure de fer, cuivre pyriteux, etc., que ce schlich renferme ordinairement, ne nuisent pas au succès de l'opération; mais si ces matières étaient en proportion beaucoup plus grande, ou si le schlich contenait une quantité notable d'autres matières qui ne passent que difficilement à la coupelle, l'essai ne réussirait pas.

Phénomè-  
nes.

Lorsqu'on soumet de la galène pure, réduite en poudre, à la coupellation, elle se ramollit, mais ne se fond pas; elle exhale une fumée épaisse et même une flamme très-visible, s'il entre beaucoup d'air dans la moufle; la matière s'affaisse peu-à-peu et elle finit par former un bain très-liquide, recouvert d'une croûte solide. Cette croûte, qui est presque uniquement composée de sulfate de plomb, est rongée peu-à-peu par la litharge qui se forme, le bain se découvre au centre, la croûte de sulfate de plomb se porte vers les bords et la coupellation s'achève. Lorsque l'on opère avec précaution, l'essai passe bien et le bouton peut être très-net; mais souvent aussi la croûte adhère au bouton, l'enveloppe, ou fait même noyer l'essai vers la fin.

Cet inconvénient n'a pas lieu lorsqu'on ajoute une certaine proportion de plomb à la galène. Il résulte de l'addition du plomb que la matière est plus fusible. Effectivement, lorsque l'on chauffe ensemble du plomb et de la galène, il se forme un sous-sulfure qui est beaucoup plus fusible que la galène; si le plomb est en excès, comme il est plus lourd et plus fusible que le sous-sulfure, il s'en sépare et le sous-sulfure surnage. Ce sous-sulfure est absolument de la même nature que les *mattes* que l'on obtient dans les fonderies de plomb; j'ai trouvé, par plusieurs expériences, qu'il renferme 0,06 de soufre; mais il est probable que ce n'est pas là sa vraie composition, et que celui qu'on a analysé contenait un mélange de plomb métallique, qu'il est très-difficile d'en séparer complètement; car tout porte à croire que le sous-sulfure pur doit renfermer moitié moins de soufre que la galène, c'est-à-dire, 0,07.

Coupe-  
llation directe  
avec addition  
de plomb.

Il résulte encore de l'addition du plomb que le bain occupant un plus grand espace, la scorie de sulfate de plomb, moins épaisse, laissée promptement à découvert le centre de la coupelle, et que cette scorie, continuellement rongée par la litharge qui se forme, finit par pénétrer complètement dans la masse de la coupelle, quand on a ajouté une quantité de plomb suffisante pour transformer la galène en sous-sulfure. Il suffirait pour cela de la mêler tout au plus avec son propre poids de plomb; elle se coupe très-bien de cette manière; mais j'ai reconnu que pour que la coupelle ne soit pas chargée d'une trop grande quantité de sulfate de

Proportion  
de plomb la  
plus conve-  
nable.

plomb, ce qui l'exposerait à se fendre, il est préférable d'employer une partie et demie à deux parties de plomb.

Manière de  
procéder.

Voici comment on pratique l'opération au laboratoire de l'Ecole des Mines, où j'ai introduit cette méthode d'essai depuis plusieurs années. On fait chauffer une coupelle comme à l'ordinaire, et lorsqu'elle est chaude on y introduit, soit le mélange, soit d'abord le plomb qu'on laisse fondre, et ensuite, quand le bain est découvert, la galène, enveloppée dans un petit morceau de papier Joseph. La première manière me paraît préférable, 1<sup>o</sup>. parce que la galène étant mieux mélangée avec le plomb, le sous-sulfure se forme plus promptement, d'où il résulte une action moins vive de l'air sur le bain; 2<sup>o</sup>. parce que la galène s'échauffant moins vite que lorsqu'elle est placée tout-à-coup sur le plomb fondu, elle est moins exposée à se perdre par la décrépitation; 3<sup>o</sup>. enfin, parce qu'on peut l'envelopper de plomb de telle manière que s'il y a décrépitation, aucune parcelle ne puisse être lancée au-dehors.

Précautions. Pour éloigner toutes les causes qui pourraient produire des pertes par décrépitation, il est nécessaire de réduire la galène en poudre très-fine, et même de la porphyriser au mortier d'agate. On l'enveloppe ensuite dans une feuille épaisse de plomb pauvre laminé, dans laquelle on renferme en même temps le surplus du plomb nécessaire à l'opération. On forme du tout une pelote, à-peu-près de la forme du vide de la coupelle, et au-dessus de laquelle on laisse une saillie par laquelle on puisse la saisir avec une pince.

Aussitôt qu'on l'a placée dans la coupelle, on ferme le moufle; la masse s'affaisse, le sous-sulfure se forme et vient nager à la surface du plomb. Lorsque le tout a acquis la température de la coupelle, on donne de l'air. Dans le commencement il faut avoir soin de ne pas chauffer trop fort et de ne pas donner trop d'air, sans quoi la combustion du soufre serait trop vive, il pourrait y avoir déflagration et projection au-dehors d'une partie de la matière, sous forme d'étincelles, ce qui occasionnerait des pertes. Le sous-sulfure forme une masse molle convexe et raboteuse; il fume beaucoup et paraît enveloppé d'une croûte solide qui s'épaissit jusqu'à un certain point: peu-à-peu cette croûte s'affaisse et diminue d'épaisseur. Quand la fumée à beaucoup diminué, il faut donner chaud et même plus chaud que dans une coupellation ordinaire, afin que la litharge fasse pénétrer le plus promptement possible le sulfate de plomb dans la coupelle. Bientôt cette croûte se rétrécit et laisse entrevoir une portion du plomb à découvert; enfin le bain se découvre successivement et totalement: alors le plomb est pur et on en achève la coupellation comme à l'ordinaire. Pour que le sulfate de plomb soit absorbé facilement, il est nécessaire de ne pas se servir de coupelles trop compactes; celles qu'on emploie dans les monnaies sont excellentes pour cet usage.

Ce genre de coupellation est un grillage opéré à une température élevée, ou une scorification faite dans des vaisseaux absorbans.

Une longue expérience a appris que cette méthode donne au moins autant d'argent que la sco-

Résultats.

rification, et qu'elle en donne toujours plus que les méthodes par lesquelles on extrait le plomb de la galène pour le coupeller ensuite.

Perte d'argent-

Dans les expériences comparatives que j'ai faites, j'ai été conduit à rechercher la proportion d'argent qui pénètre dans la matière de la coupelle et qui est perdue pour l'essai; je l'ai trouvée égale au vingtième environ du poids de l'argent obtenu; c'est aussi à-peu-près là la perte que l'on éprouve en grand. Ayant coupellé un mélange de 30 grammes de plomb et 10 grammes de galène, le bouton d'argent a pesé 0<sup>g</sup>,020. J'ai fondu la coupelle avec du flux noir et j'ai coupellé le culot de plomb, il a produit 0<sup>g</sup>,001 d'argent.

Coupellation de la galène impure.

Pour savoir jusqu'à quel point un mélange de matières étrangères nuisait à la coupellation directe de la galène, j'ai ajouté à celle-ci 0,10 de pyrite de fer ordinaire et je l'ai coupellée avec deux parties de plomb; il s'est formé autour du bain une scorie rouge qui n'a pu être absorbée par la coupelle; mais néanmoins l'opération a parfaitement réussi, et le bouton d'argent était très-net. Ainsi, à la rigueur, on pourrait coupeller directement même des galènes très-mélangées; mais je n'en donne pas le conseil, parce que la réussite est alors incertaine.

Il m'a paru intéressant d'examiner à fond les phénomènes que présentent la coupellation et le grillage de la galène.

Remarques.

J'ai soumis à la coupellation divers mélanges de plomb et de galène, et j'ai arrêté l'opération à des époques différentes. Après avoir laissé refroidir les coupelles, j'ai remarqué que tant que

le bain est recouvert en totalité de sous-sulfure, il ne se forme presque que du sulfate de plomb, qui se présente sous la forme de scories blanches qui s'amassent sur les bords de la coupelle, et que celle-ci offre à peine quelques taches de litharge; mais que lorsque la masse ne couvre plus qu'une partie du bain, il se produit de la litharge en même temps que du sulfate de plomb. J'ai remarqué aussi qu'au moment où les dernières traces de sous-sulfure disparaissent, la coupelle se trouve contenir beaucoup plus de plomb qu'on n'en avait ajouté à la galène; ainsi, les produits du grillage de la galène, à une haute température, sont du plomb, du sulfate de plomb et de la litharge. La litharge ne paraît en certaine quantité que lorsque presque tout le sulfure est disparu, parce que tant que ce sulfure existe en proportion notable, il réagit sur la litharge à mesure qu'elle se forme, et qu'il résulte de cette réaction du plomb et de l'acide sulfureux (1).

J'ai recherché quelle proportion de plomb métallique on peut extraire ainsi de la galène. Pour cela, j'ai coupellé partiellement plusieurs mélanges de plomb et de galène en arrêtant l'opération au moment de la disparition complète du sulfure. J'ai coulé le plomb restant dans une lingotière, je l'ai pesé et j'en ai retranché le plomb employé, la différence m'a donné le plomb produit par la galène. J'ai trouvé que la proportion en varie un peu, qu'elle est d'autant

Quantité de plomb produit par la coupellation partielle de la galène.

(1) C'est ce que M. l'ingénieur Puvion a prouvé par des expériences directes. (*Annales des Mines*, tome II, p. 450.)

plus grande que la coupellation a eu lieu à une température plus élevée, et que, terme moyen, elle est de 0,50 à 0,60.

Le plomb qui provient d'une semblable opération, ainsi que le plomb pur qui a été en partie coupellé, est feuilleté, fragile et terne, même dans les faces de fracture. Il semble qu'il soit imbibé de litharge. Lorsqu'on le tient quelques instans en fusion avec le contact du charbon, il reprend son éclat, sa ductilité et toutes ses propriétés.

Volatilité  
du plomb et  
de la galène.

Le plomb, ainsi que la galène, sont volatils, mais la galène beaucoup plus que le plomb. A la température de 50° pyrométriques le plomb perd environ 0,005 de son poids; à la température de 150°, il perd 0,09 à 0,10. La galène, aux mêmes températures respectives, perd 0,40 et 0,71; dans le dernier cas, il reste un mélange de plomb et de sous-sulfure. La volatilité du sous-sulfure est intermédiaire entre celle de la galène et celle du plomb. Il paraît que la chaleur produit dans les sulfures de plomb une décomposition de laquelle il résulte que la proportion de métal augmente sans cesse dans le résidu et que le soufre, au contraire, se trouve en plus grande proportion dans la partie volatilisée que dans la matière dont celle-ci provient.

Volatili-  
sation dans  
la coupel-  
lation du  
plomb.

J'ai recherché aussi quelle est la volatilisation du plomb dans la coupellation du plomb et de la galène, ainsi que dans le grillage de celle-ci. J'ai coupellé 30 grammes de plomb pur dans une coupelle exactement pesée, après avoir été très-fortement calcinée, et placée dans une petite coupe en porcelaine également pesée; j'ai pesé

de nouveau la coupelle et la coupe après l'opération, et j'en ai déduit la quantité d'oxide de plomb produit par les 30 grammes de métal. Le résultat moyen de douze expériences a été 32<sup>5</sup>,10 ou 107 pour 100: or, 100 de plomb auraient dû produire 107,7 d'oxide, il y a donc eu une volatilisation de 0,007 au plus; il est même probable que cette volatilisation ne dépasse pas un demi-centième. Dans la coupellation en grand on trouve que la perte est beaucoup plus considérable, puisqu'elle s'élève à 2 ou 3 centièmes; mais il faut remarquer qu'outre la volatilisation cette perte renferme la projection hors du fourneau de gouttelettes de plomb, par le vent des soufflets, les déchets de la manipulation, etc.

Il est beaucoup plus difficile de déterminer la volatilisation du plomb dans la coupellation de la galène, parce que d'une part il se volatilise du soufre avec le plomb, et que de l'autre la coupelle renferme un mélange d'oxide et de sulfate de plomb en proportions variables. Il fallait donc commencer par rechercher la proportion de sulfate de plomb contenu dans les coupelles. J'ai employé d'abord pour cela l'acide nitrique pur étendu d'eau; mais j'ai reconnu qu'on ne peut séparer exactement le sulfate de plomb de la matière de la coupelle par ce moyen, parce qu'il faut faire chauffer l'acide à plusieurs reprises sur le dépôt pour enlever tout le phosphate de chaux, et qu'il arrive alors qu'une portion notable du sulfate de plomb se dissout, et aussi, parce qu'on n'a aucun moyen simple de reconnaître lorsque le résidu est du sulfate de plomb pur. J'ai ensuite essayé l'acide acétique bouillant, dans l'intention de dissoudre tout l'oxide de plomb sans toucher au sulfate de plomb ni au

Volatilisa-  
tion dans la  
coupellation  
de la galène.

Quantité  
de sulfate de  
plomb for-  
mé.

phosphate de chaux; mais, à ma grande surprise, il est arrivé que l'acide ne s'est chargé que de très-peu d'oxide, et que dans une expérience il s'est même trouvé n'en pas contenir du tout; je me suis bientôt aperçu que cet effet provenait de ce que le phosphate de chaux, quoiqu'il calciné, se dissout sensiblement dans l'acide acétique bouillant, et qu'à peine dissous il est décomposé par l'acétate de plomb, d'où résulte du phosphate de plomb que l'acide ne peut tenir en dissolution, et de l'acétate de chaux qui reste dans la liqueur. Lorsque l'acide agit pendant un temps suffisant, la décomposition est totale, et elle s'opère toujours en partie lorsqu'on emploie l'acide bouillant. J'ai alors fait agir le même acide à froid, et il a produit l'effet que j'en attendais. Quant la matière est réduite en poudre très-fine, l'acide acétique, employé à froid, se décolore peu-à-peu, et lorsqu'elle est devenue d'un beau blanc on peut être assuré qu'elle ne retient plus d'oxide de plomb, alors on filtre sur-le-champ et on lave d'abord avec de l'acide acétique, et ensuite avec de l'eau distillée. On précipite le plomb par l'acide sulfurique, et comme la liqueur contient une assez grande quantité de chaux, qui provient de celle qui est mêlée au phosphate de chaux dans les coupelles, on étend d'une certaine quantité d'eau pour que tout le sulfate de chaux puisse rester en dissolution. Connaissant le poids d'une coupelle avant et après la coupellation, et, au moyen de l'acide acétique, la quantité d'oxide de plomb qu'elle a absorbé pendant l'opération, on en déduit, avec une grande exactitude, par différence, la proportion de sulfate de plomb qu'elle contient. De là on conclut la quantité de plomb et de soufre,

et retranchant cette quantité de celle que renfermait le mélange de plomb et de galène soumis à la coupellation, on a la proportion exacte de plomb et de soufre volatilés.

La quantité de sulfate de plomb qui se forme pendant le grillage ou la coupellation, varie avec la température, et elle est d'autant plus grande que la chaleur est moins forte. J'ai grillé 100 parties de galène, avec un très-grand soin, dans un têt très-uni et à une température graduée et la plus basse possible, pour que la matière ne s'agglutine pas; il y a eu une augmentation de poids de 5 parties  $\frac{7}{10}$ . J'ai traité les 106,17 parties obtenues par l'acide acétique; cet acide a dissous 41,4 d'oxide de plomb. Le résidu a été traité par la potasse caustique qui a complètement dissous le sulfate de plomb qu'on a précipité ensuite de la liqueur en saturant l'alcali par l'acide nitrique, et il est resté 17 parties de galène qui avait échappée au grillage. Ainsi, les 100 de galène ont produit :

Oxide de plomb.....	41,4
Sulfate de plomb.....	47,5
Galène.....	17,0 (1)

Par conséquent, si elles eussent été complètement grillées, elles auraient donné :

(1) La galène grillée en grand contient une beaucoup plus grande quantité de sulfate de plomb. Selon M. Puvis, à Pezey, 100 parties de galène donnaient 114 parties de matière grillée composée de :

Galène.....	10
Sulfate de plomb.....	88
Oxide de plomb.....	16

(Annales des Mines, tome II, p. 526.)

Oxide de plomb..	51,5	contenant	Plomb. 47,8	} 85,6
Sulfate de plomb..	55,5	contenant	Plomb. 37,8	
			Soufre.....	
	107,0			91,5

Or, la galène étant composée de :

0,865 de plomb  
et 0,135 de soufre,

on voit que la volatilisation du plomb ne s'élève pas à un centième, et qu'il reste dans la matière grillée près de la moitié du soufre contenu dans la galène.

Lorsqu'on coupelle, avec précaution, et en maintenant la chaleur au degré strictement nécessaire, de la galène sans mélange de plomb, on obtient 99 à 100 parties d'oxide et de sulfate de plomb pour 100 parties de galène, et en traitant la coupelle par l'acide acétique, etc., on trouve qu'elle renferme :

Oxide de plomb..	64	contenant	Plomb. 59,4	} 84,0
Sulfate de plomb.	36	contenant	Plomb. 24,6	
			Soufre....	
	100			87,8

Ainsi, la perte de plomb est de  $2\frac{1}{2}$  pour 100 à-peu-près, et la matière grillée ne retient qu'un peu plus du quart du soufre contenu dans la galène.

Dans les premières expériences que j'ai faites pour coupeller divers mélanges de plomb et de galène, j'ai éprouvé des pertes souvent considérables, parce que j'ignorais alors les précautions qu'il est nécessaire de prendre. Abstraction faite du produit du plomb, 100 de galène ne donnent quelquefois que 90 à 93 d'oxide et sulfate; mais en ménageant convenablement la

température et le courant d'air, le produit est de 96 à 98 et contient de 29 à 36 de sulfate, d'où on conclut que la volatilisation du plomb est de 4,7 à 4,4 pour 100 de galène. Nous citerons deux exemples.

On a coupellé complètement un mélange de 10 grammes de plomb et 10 grammes de galène; la coupelle vide pesait 18<sup>es</sup>,8, après l'opération elle pesait 39<sup>es</sup>,3, elle contenait donc 20<sup>es</sup>,5 d'oxide et de sulfate; mais 10 grammes de plomb produisent 10<sup>es</sup>,7 d'oxide: les 10 grammes de galène ont donc produit 9<sup>es</sup>,8 d'oxide et sulfate. L'acide acétique a extrait de la coupelle 16<sup>es</sup>,9 d'oxide de plomb, celle-ci contenait par conséquent 3<sup>es</sup>,6 de sulfate; ainsi, 100 parties de galène ont donné :

Oxide de plomb...	62	contenant	Plomb.. 57,5	} 82,1
Sulfate de plomb..	36	contenant	Plomb.. 24,6	
			Soufre. ....	
	98			85,9

La volatilisation a été par conséquent de 4,4 de plomb et de 9,7 de soufre.

Dans une coupelle du poids du 76<sup>es</sup>,61 on a placé un mélange de 10 grammes de plomb et de 10 grammes de galène; dès que le bain a été découvert, c'est-à-dire, au moment où il ne contenait plus de sulfure, on y a introduit 10 grammes de galène; on a continué la coupellation, puis lorsque le bain s'est découvert de nouveau, on y a introduit encore 10 grammes de galène, et ainsi successivement jusqu'à ce qu'on ait employé en tout 70 grammes de galène; alors la coupelle se trouvant tout-à-fait pleine, on l'a retirée du fourneau et on a coulé le plomb qu'elle contenait

dans une lingotière; on en a obtenu 43<sup>s</sup>,85, et comme on en avait employé 10<sup>s</sup>, 35<sup>s</sup>,85 provenaient des 70 grammes de galène ce qui donne 48,4 pour 100. La coupelle, sur les bords de laquelle adhérerait une scorie de sulfate de plomb assez considérable, pesait 106<sup>s</sup>,35, elle contenait donc 30<sup>s</sup>,74 d'oxide et de sulfate de plomb; on en a extrait par l'acide acétique 10<sup>s</sup>,51 d'oxide (0,15); reste pour la quantité du sulfate 20<sup>s</sup>,23 (0,29). On déduit aisément de ces données qu'en supposant que la coupellation de la galène ait été complète, 100 parties auraient produit :

Oxide de plomb..	66,2	contenant	Plomb.	62,0	}	81,8
			Plomb.	19,8		
Sulfate de plomb..	29,0	contenant	Soufre.	3,1		
	95,2			84,9		

La volatilisation aurait été par conséquent de 4,7 de plomb et de 10,4 de soufre.

On voit que dans le grillage ou la coupellation de la galène, la quantité de sulfate de plomb produit est d'autant plus grande que la température à laquelle on a opéré est plus basse, et qu'au contraire la volatilisation est d'autant plus forte que la température est plus élevée. Ces phénomènes résultent de l'action qu'exercent l'un sur l'autre le sulfure et le sulfate de plomb (1). Lorsque la température est très-basse, l'action est à-peu-près nulle et il ne se produit presque

(1) M. Guenyveau est le premier qui ait fait connaître cette action. (*Annales des Mines*, tome XXI, p. 16.)

M. Puvion a fait voir que le résultat de cette action mutuelle est du plomb plus ou moins sulfuré lorsqu'il y a excès de sulfure dans le mélange. (*Annales des Mines*, tome II, p. 450.)

que du sulfate; c'est ce qui a lieu dans le grillage en grand. Lorsque, comme dans le grillage en petit, on élève vers la fin la température jusqu'au rouge, il y a, à cette époque de l'opération seulement, décomposition d'une partie du sulfate de plomb par le sulfure, et le sous-sulfure qui en résulte est immédiatement converti en oxide et en sulfate par le contact de l'air. Enfin, lorsque, comme dans la coupellation directe, la galène pure, ou transformée en sous-sulfure par l'addition d'une certaine quantité de plomb, est tout-à-coup et continuellement exposée à une chaleur de 25 à 30° pyrométriques, la réaction du sulfate sur le sulfure s'exerce dès le commencement de l'opération et ne cesse que lorsqu'il ne reste plus de sulfure, ce qui fait qu'une grande partie du sulfate se décompose à mesure qu'il se forme. Cette décomposition s'effectue d'autant plus facilement dans la coupellation que le plomb, jouissant d'un grand degré de fluidité, se rassemble en totalité au fond de la coupelle, et que le sous-sulfure, plus léger et lui-même à l'état liquide, se trouve par conséquent toujours immédiatement en contact avec le sulfate. Nous verrons plus tard que ce contact n'est pas aussi immédiat dans le traitement en grand au fourneau à réverbère. La réaction du sulfate sur le sulfure produit un dégagement considérable de gaz acide sulfureux, gaz qui, comme l'a prouvé M. Descostils, a la propriété de dissoudre et de volatiliser du sulfure; de là vient que la perte de plomb est proportionnelle à la quantité de gaz qui se dégage, quantité qui est elle-même d'autant plus grande qu'il se décompose plus de sul-



fate de plomb, etc.; mais il est bon de remarquer que le gaz acide sulfureux volatilise une plus grande proportion de sulfure ou galène que de sous-sulfure, et que par conséquent, à température égale, la perte de plomb doit être plus grande dans la coupellation de la galène pure que dans celle de la galène mélangée de plomb.

Sulfate de plomb indécomposable par la chaleur.

Il est fort douteux que le sulfate de plomb soit décomposable par la chaleur; du moins est-il certain qu'il est indécomposable à la température de la moufle des fourneaux de coupelle et même à une température beaucoup plus élevée. Ce n'est donc pas à cette cause qu'il faut attribuer la diminution de production de ce sel dans le grillage de la galène par l'élévation de la température; mais uniquement, comme on vient de le faire voir, à ce que la chaleur facilite la décomposition réciproque du sulfate et du sulfure.

Action du plomb sur le sulfate nulle.

Dans la coupellation de la galène, dès qu'il n'existe plus de sulfure, la décomposition du sulfate de plomb cesse; ainsi, à la température de la moufle, le plomb et le sulfate de plomb n'ont point d'action l'un sur l'autre. Si donc l'on chauffait à cette température un mélange de 100 de galène et de 127,8 de sulfate de plomb, ou de 100 de sulfate et de 80 de galène, on devrait obtenir dans le premier cas 173, et dans le second 137 de plomb pur, s'il n'y avait pas de volatilisation.

Résumé.

Il suit de ce qui précède, 1°. qu'il se volatilise très-peu de plomb lorsqu'on soumet ce métal à la coupellation; 2°. que la galène pure se couple bien, mais qu'elle se couple beaucoup mieux encore lorsqu'on la transforme en sous-

sulfure en la mêlant avec une ou deux fois son poids de plomb; 3°. que dans la coupellation de la galène il se produit beaucoup moins de sulfate de plomb que dans le grillage; 4°. et enfin, que dans cette opération, il se volatilise tout au plus 4 à 5 de plomb pour 100 de galène, ou 5 à 6 pour 100 de métal contenu dans celle-ci.

Ces faits conduisent naturellement à examiner s'il ne serait pas possible de traiter la galène en grand par la coupellation directe, et si ce procédé ne serait pas plus avantageux que celui que l'on suit actuellement. Sans oser rien affirmer à cet égard, je crois qu'il y a lieu de présumer que la coupellation réussirait et que par ce moyen on retirerait de la galène plus de plomb qu'on n'en obtient ordinairement et avec une dépense un peu moindre; c'est ce que j'essaierai de faire voir par les détails dans lesquels je vais entrer.

Conséquences relatives au traitement en grand de la galène.

De tous les modes actuellement connus de traiter la galène, le meilleur est celui qui a été introduit à Pezey (Savoie), lorsque cette mine était exploitée par le Corps des ingénieurs des mines de France (1). Ce mode a été décrit de la

Mode de Pezey.

(1) Si l'on s'en rapportait aux résultats apparens on pourrait croire que le procédé employé à Vienne (Isère), par MM. Blumeinstein, et qui consiste à fondre le minerai au fourneau à réverbère avec du fer; ou celui de Tarnowitz, qui consiste à fondre le minerai au fourneau à manche en employant également le fer comme absorbant, sont beaucoup plus parfaits que celui de Pezey, puisque dans celui-ci on perd, comme on le verra, 13 à 14 de plomb pour 100 de galène, tandis que dans les deux premiers on obtient autant de métal que le minerai en donne par l'essai en petit; mais il n'en est réellement pas ainsi, parce qu'à Vienne et à Tarnowitz, on a été induit en erreur par les essais docimastiques, comme le présumait M. l'ingénieur Puvis. (*Annales des Mines*, t. II,

manière la plus circonstanciée par M. l'ingénieur Pavis, qui a donné en même temps une théorie complète, et fondée sur l'expérience, de toutes les opérations. J'engage le lecteur à relire son excellent mémoire auquel je n'ai rien à ajouter. (*Annales des Mines*, tome II, pages 302 et 445.) Je rappellerai seulement ici que ce mode consiste à griller et à réduire la galène, au fourneau à réverbère, par une seule opération, et sans addition de charbon, et qu'on obtient ainsi beaucoup de plomb d'œuvre et des scories dont on retire encore une certaine quantité de métal en les fondant au fourneau à manche.

Résultats économiques divers de ce mode.

Tous les résultats économiques du traitement de la galène, à Pezey, sont parfaitement connus; ils sont consignés dans les rapports que M. l'inspecteur-divisionnaire des mines, Schreiber, qui dirigeait l'établissement, adressait chaque année au Conseil des Mines. En comparant entre eux ces divers rapports et les observations recueillies par plusieurs ingénieurs, notamment par

p. 471.) Effectivement, il est prouvé aujourd'hui qu'il n'y a aucun moyen de déterminer rigoureusement la proportion de plomb que contient un minerai sulfuré par la voie sèche. Les meilleures méthodes donnent encore une perte de 0,06 à 0,12, et les méthodes anciennes qui continuent à être suivies dans beaucoup d'usines, font perdre jusqu'à 0,15 à 0,20. Lorsque l'on veut connaître la vraie richesse d'un minerai de plomb sulfuré, il faut nécessairement avoir recours à la voie humide, c'est ce qu'on a fait pour le minerai de Pezey. Tant qu'on n'adoptera pas cet usage, il sera impossible de comparer, avec une parfaite connaissance de cause, les procédés métallurgiques suivis dans différens lieux, et il pourra arriver que l'on regarde comme parfaits ceux même qui laisseront le plus à désirer. Nous ne serions pas embarrassés pour en citer des exemples.

feu M. Brédif; on a dressé des tableaux qui présentent, d'une manière simple et concise, tous ces résultats calculés avec la plus rigoureuse exactitude. Quoique dans cet article je n'aie besoin de considérer qu'un certain nombre de ces résultats, je publie les tableaux entiers, persuadé que les métallurgistes me sauront gré d'avoir saisi cette occasion de les leur faire connaître.

Pour pouvoir en tirer des conséquences exactes, il est nécessaire de savoir :

1°. Que le schlich de Pezey contenait 0,02 à 0,03 de matières étrangères (baryte sulfatée et fer sulfuré), et par conséquent 0,83 de plomb, terme moyen, et qu'il produisait à l'essai 0,00144 d'argent;

2°. Que le bois que l'on brûlait était du sapin qui coûtait, rendu sur l'usine, 8 francs le stère;

3°. Que l'on se servait de charbon de sapin; qu'un stère de ce bois produisait environ une charge de charbon, pesant à-peu-près 50 kilogrammes, et que la charge de charbon valait 4 fr. 95 c. rendue à l'usine;

4°. Enfin, que le plomb et la litharge ont été évalués aux prix de 1812.

Résultats successifs et définitifs du traitement de 1000<sup>k</sup> de schlich à Pezey.

MATIÈRES successivement fondues et produites.		PRODUITS en matières march.		CONSOMMATIONS.		DÉPENSES.				
Désignation.	Quantité.	Quantité.	Valeur.	Bois.	Charbon.	Bois.	Charbon.	Main-d'œuvre etc., (4).	Totaux.	
	k.	k.	l.	st.	charg.	l.	l.	l.		
Schlich. . . . .	1000,000			3,3330	0,5500	26,666	2,722	28,912	83,333	
Plomb d'œuvre. . . . .	654,100									
Crasses. . . . .	163,710				1,1800		5,841	1,459	7,391	
Plomb d'œuvre. . . . .	45,900									
Pl. d'œuv. à aff. (1)	700,000			0,5488	0,0085	4,390	0,042	9,898	14,330	
Lith. marchande. . . . .	58,000	58,000	52,20							
Lith. à revivifier. . . . .	600,000			0,1215	1,1202	0,972	5,545	2,243	8,760	
Crasses de litharge. . . . .	26,160				0,2152		1,065	0,212	1,277	
Pl. de lith. et cras. . . . .	544,000	544,000	489,60							
Coupelle ordinaire. . . . .	89,600			0,0377	0,4716	0,301	2,335	0,500	3,119	
Cras. de coup. (2). . . . .	39,191				0,3123		1,547	0,326	1,873	
Pl. de coup. et cras. . . . .	62,300	62,300	56,07							
Coupelle ordinaire. . . . .	19,600			0,0077	0,0690	0,062	0,341	0,066	0,435	
Cras. d'abstr., etc. . . . .	2,983				0,0360		0,177	0,070	0,247	
Plomb d'abstrich. . . . .	17,352									
Coupelle riche. . . . .	9,800			0,0075	0,0606	0,060	0,300	0,083	0,403	
Cras. de coup. rich. . . . .	4,258				0,0329		0,136	0,101	0,237	
Pl. de coup. riche. . . . .	7,700									
Argent en gâteaux. . . . .	1 <sup>k</sup> ,563270							0,028	0,028	
Argent fin. . . . .	1,492469	1 <sup>k</sup> ,492469	328,35							
<b>TOTAUX. . . . .</b>			926,22	4,0565	4,0763	32,451	20,051	43,898	99,40	
			Dépenses. 96,40							Bénéfice. 83,99

(1) Sont compris dans ces frais ceux qu'occasionne l'affinage des 25 kilogrammes de plomb d'œuvre, que produisent l'abstrich, la litharge et la coupelle riche.

(2) La dépense, pour le traitement de ces crasses, n'est pas ordinairement aussi considérable.

(3) Cette dépense n'est que présumée.

(4) Dans les frais de main-d'œuvre sont compris la consommation et réparation d'outils, la consommation des cendres et l'entretien des fourneaux.

Résultats successifs de l'affinage de 1000<sup>k</sup> de plomb d'œuvre (1) et des opérations subséquentes.

MATIÈRES successivement fondues et produites.		CONSOMMATIONS.		DÉPENSES.				
Désignation.	Quantité.	Argent contenu.	Bois.	Charbon.	Bois.	Charbon.	Main-d'œuvre, outils, etc.	Totaux.
	k.	k.	st.	charg.	l.	l.	l.	l.
Plomb d'œuvre. . . . .	1000,000	2,198350	0,784	0,012	6,270	0,660	13,540	20,470
Abstrich et dern. litha. . . . .	28,000		0,011	0,151	0,088	0,742	0,192	1,022
Pl. d'œuvre d'abstr. . . . .	25,000	0,063710						
Coupelle ordinaire. . . . .	128,000		0,054	1,120	0,432	5,544	1,190	7,166
Plomb de coup. ordin. . . . .	89,320	0,023861						
Coupelle riche. . . . .	14,000		0,011	0,144	0,088	0,712	0,223	1,023
Plomb de coup. riche (2)	11,000	0,018380						
Litharge marchande. . . . .	83,000							
Plomb de lith. march. . . . .	75,000	0,007420						
Litharge à revivifier. . . . .	857,000		0,173	2,006	0,139	9,930	4,243	14,243
Plomb de litharge à rev. . . . .	777,000	0,076900						
Argent en gâteaux (3). . . . .	2 <sup>k</sup> ,233240	2 <sup>k</sup> ,142100						
Argent fin. . . . .	2,132100	2,132100						
<b>TOTAUX. . . . .</b>			1,033	3,432	7,017	17,588	19,388	43,993

(1) L'affinage de 100 kilogrammes de plomb dure environ quatre heures.

(2) On suppose que ce plomb a été rejeté dans le bain; les frais sont compris dans les frais d'affinage.

(3) Les dépenses du raffinage sont très-peu considérables; on ne les compte pas exactement.

Résultats généraux du traitement de 1000<sup>k</sup>. de toutes les matières obtenues à Pezey.

DÉSIGNATION.	PRODUITS.			CONSUMMATIONS.		DÉPENSES.			
	Crasses.	Plomb.	Argent contenu.	Bois.	Charbon.	Bois.	Charbon.	Main-d'œuvre, outils, etc.	TOTAUX.
	k.	k.	k.	st.	charg.	f.	f.	f.	f.
Schlich (1).....	163,71	654,10	1,518160	3,333	0,5500	26,666	2,722	28,912	58,300
TOTAUX...	700,00	1,558070	3,333	1,7300	26,666	8,563	30,371	65,600	
Abstr. et d. lith. (2).	152,20	789,90	2,180610	0,3939	3,5170	3,151	17,410	3,359	24,920
TOTAUX...	885,30	2,274130	0,3939	5,3530	3,151	20,498	6,851	36,300	
Coupelle riche (3).....	536,50	900,00	1,042700	0,7615	6,1890	6,092	30,636	8,532	45,260
TOTAUX...	735,70	1,268440	0,7615	10,3030	6,092	51,001	16,007	73,100	
Lith. à revivifier (4).	43,60	384,00	0,2025	1,8670	1,620	9,242	3,738	14,600	
TOTAUX...	907,90	0,808970	0,2025	2,2250	1,620	11,014	4,066	16,700	
Coup. ordinaire (5).....	437,40	137,20	0,4205	5,2640	3,364	26,057	3,669	35,090	
TOTAUX...	698,00	0,241122	0,4205	7,1790	3,364	35,536	9,041	44,580	
Cras. du schlich (6).....	633,00	0,611050	0,611050	12,0650	7,7300	38,263	17,437	55,700	
Cr. de l'abstrich (7).....	420,60	0,420670	0,420670	8,2270	7,9690	39,446	8,354	47,800	
Cr. de coup. ric. (8).....	529,20								
Cr. de litharge (9).....	367,70								
Cr. de co. ord. (10).....									

(1) Le schlich est traité au fourneau à réverbère et les crasses sont passées ensuite au fourneau à manche.

(2) L'abstrich et les dernières litharges sont d'abord passées au fourneau écossais; puis les crasses qui en proviennent sont fondues au fourneau à manche. On n'en traite qu'une petite quantité dans une campagne.

(3) La coupelle est d'abord passée au fourneau écossais; puis les crasses qui en proviennent sont fondues au fourneau à manche. On n'en traite qu'une petite quantité dans une campagne; voilà pourquoi leur traitement coûte cher.

(4) La litharge est d'abord passée au fourneau écossais; puis les crasses qui en proviennent sont fondues au fourneau à manche. Comme on en a toujours une grande quantité à fondre, les frais de traitement sont très-pen considérables.

(5) La coupelle ordinaire est d'abord passée au fourneau écossais; puis les crasses qui en proviennent sont fondues au fourneau à manche. Comme on en a une plus grande quantité que de coupelle riche, les dépenses relatives sont moins considérables.

(6) (7) (9) (10) Fondues au fourneau à manche avec du charbon.

(7) Fondues au fourneau à manche avec du charbon. Comme le fourneau était froid et neuf, la consommation a été extraordinaire.

Quantités d'argent contenu dans 1000<sup>k</sup>. des divers plombs obtenus à Pezey.

ORIGINE DES PLOMBS.	ARGENT CONTENU.
1 <sup>er</sup> . Plomb d'œuvre du schlich.....	2,289000
Plomb des crasses du schlich.....	0,861150
Plomb total du schlich.....	2,198350
1 <sup>er</sup> . Plomb d'abstrich, etc.....	2,775580
Plomb des crasses d'abstrich, etc.....	0,965320
Plomb total d'abstrich, etc.....	2,568900
1 <sup>er</sup> . Plomb de coupelle riche.....	1,895810
Plomb des crasses de coupelle riche.....	1,000000
Plomb total de coupelle riche.....	1,614430
Plomb de litharge.....	0,098790
Plomb de coupelle ordinaire.....	0,523190
Argent en gâteaux.....	954,689000

Parmi les résultats que renferment ces tableaux, je ferai ressortir les suivants :

Résultats principaux.

La fonte du schlich, pour en obtenir le plomb d'œuvre, absorbe les deux tiers des frais qu'occasionne l'ensemble de toutes les opérations métallurgiques; ces frais s'élèvent à 96 francs 40 c. pour 1000 kilogrammes de schlich.

Le traitement de 1000 kilogrammes de schlich

au fourneau à réverbère exige douze heures et coûte :

Pour 5 <sup>st</sup> ,33 de bois. . . . .	26 f. 66 c.
0 <sup>ch</sup> ,55 de charbon. . . . .	2 72
15 <sup>k</sup> ,60 d'outils en fer. . . . .	18 70
Outils en bois, résine, houille, argile, etc.	» 80
Journées d'ouvriers. . . . .	9 50
	<hr/>
	58 38

De plus, pour la fusion au fourneau à manche, des crasses qui en proviennent :

Pour 1 <sup>ch</sup> ,18 de charbon. . . . .	5 84
Outils, réparations du fourneau. . . . .	» 80
Journées d'ouvriers. . . . .	» 60
	<hr/>
	7 24

TOTAL. . . . . 65 62

On voit que le fer forme un article de dépense très-considérable.

L'affinage de 1000 kilogrammes de plomb d'œuvre, qui dure environ quatre heures, coûte :

Pour 0 <sup>st</sup> ,784 de bois. . . . .	6 f. 27 c.
0 <sup>ch</sup> ,012 de charbon. . . . .	» 66
Argile, cendres, fer, outils. . . . .	2 97
Journées d'ouvriers. . . . .	10 57
	<hr/>
	20 47

Perte de plomb dans la fonte du schlich.

Le schlich, qui contient 0,83 de plomb, n'en donne que 0,70 : il se perd donc 13 parties de ce métal pour 100 de schlich, ou 15 parties pour 100 de plomb contenu dans le minerai.

L'affinage de 1000<sup>k</sup> de plomb d'œuvre produit une quantité de litharge et de fond de coupelle qui renferme au moins 9,70 de métal ; ainsi, dans cette opération, la perte, par volatilisation, etc., est d'environ 0,03 au plus ; la réduction de la litharge et du fond de coupelle occasionne une perte à-peu-près égale, et en définitif, les 1000 kilogrammes de plomb d'œuvre donnent 941 de plomb marchand et 2 d'argent ; total 943. La perte totale est donc de 0,057. Il suit de là que les 0,70 de plomb d'œuvre que donnent le schlich, se réduisent, après l'affinage, à 0,66 de plomb marchand et d'argent, et par conséquent que, dans le traitement du schlich, on perd, à très-peu près, le cinquième du plomb qu'il contient.

Cette perte, quelque considérable qu'elle soit, est en grande partie inévitable ; elle est produite, non-seulement par la volatilisation du plomb et du sulfure de plomb, mais encore par la dispersion des matières diverses qui résultent du traitement du schlich, matières qui subissent des opérations multipliées, et qu'il faut continuellement remuer et transporter d'un lieu dans un autre. Néanmoins, je crois que l'on pourrait l'atténuer sensiblement au moyen du procédé de la coupellation directe (si ce procédé réussit en grand), et c'est ce que je vais tâcher de prouver.

Voici comment je conçois que l'on pourrait exécuter l'opération.

Dans un fourneau de coupelle ordinaire, ou dans un fourneau à réverbère, approprié à cet usage, on ferait fondre une certaine quantité de plomb d'œuvre insuffisante pour le remplir ; lorsque ce plomb serait assez chaud pour être

Dans l'affinage.

Total.

Moyen d'opérer la coupellation de la galène en grand.

coupellé, on le recouvrirait de schlich que l'on introduirait dans le fourneau, pelletée à pelletée, et que l'on aurait soin de faire pénétrer dans le bain, en l'enfonçant avec des outils en bois, afin qu'il se transforme promptement en sous-sulfure en se combinant avec le plomb. Dès qu'on en aurait chargé une quantité suffisante (l'expérience ferait connaître la quantité la plus convenable; il faudrait qu'elle fût telle qu'il n'en résulât pas une croûte trop épaisse de sulfate de plomb), on ferait un grand feu pour que tout entre en fusion : alors on ouvrirait les portes du fourneau destinées à donner accès à l'air, et même on ferait agir le vent des soufflets comme on le fait lorsque l'on couple du plomb, mais avec beaucoup de ménagement, sur-tout au commencement. Le grillage aurait lieu très - rapidement et le sulfate de plomb s'accumulerait bientôt. Quand il commencerait à former des croûtes un peu épaisses, on briserait ces croûtes et on les enfoncerait dans le bain, d'une part pour les mettre en contact avec le sous-sulfure par toute leur surface, et de l'autre pour mettre le sous-sulfure en contact avec l'air. Viendrait un moment où il ne resterait plus de sous-sulfure, moment qui serait annoncé par l'éclat et la netteté que prendrait le bain dans les parties non-couvertes de sulfate : alors on extrairait les croûtes de ce sulfate du fourneau, à l'aide de râbles en bois, ce qui serait très - facile, parce que ces croûtes nageraient sur le plomb fondu ; on chargerait de nouveau du schlich et on continuerait ainsi le travail jusqu'à ce que le fourneau se trouve entièrement rempli de plomb. Alors on acheverait la coupellation dans le même fourneau, ou, ce qui vaudrait probablement mieux,

on enleverait une portion du plomb que l'on porterait aussitôt dans un autre fourneau pour l'affiner, et l'on continuerait de traiter du schlich dans le premier fourneau.

On conçoit qu'en n'agitant pas le bain et en faisant en sorte de répandre le sulfate de plomb sur toute sa surface, ce sel serait transformé en plomb et en acide sulfureux, à mesure qu'il se formerait, par le sous-sulfure avec lequel il se trouverait par-tout en contact, et qu'on pourrait en définitif extraire ainsi la plus grande partie de plomb du schlich sans obtenir une quantité notable de sulfate. Cette manière d'opérer serait peut-être bonne ; mais elle aurait l'inconvénient de produire beaucoup de plomb d'œuvre, c'est-à-dire, de plomb qu'il faudrait ensuite affiner, et probablement d'exiger beaucoup de temps. Je crois qu'il serait préférable de briser fréquemment les croûtes, pour que le sulfure puisse être continuellement frappé par le vent, et de repousser sur les bords de la coupelle les masses scori-formes de sulfate de plomb dès qu'elles acquerraient un certain volume. Les produits seraient du plomb, des fonds de coupelle et du sulfate de plomb mélangé d'une petite quantité de litharge. J'estime que 1000 kilogrammes de schlich donneraient aisément 530 de plomb d'œuvre et 330 de sulfate de plomb, contenant 227 de plomb métallique. Dès-lors il devrait se produire en outre 80 de litharge ; mais la perte résultant de la volatilisation étant d'environ 45, conformément aux expériences faites en petit, et la perte due aux manipulations pouvant être évaluée à 15, la quantité de litharge serait réduite à 15, et l'on aurait au total 530 de plomb d'œuvre et 345 de sulfate et d'oxide de plomb.

Produits  
présunés.

Une partie de ces dernières matières se trouverait dans les fonds de coupelle; mais dans les calculs qui vont suivre, on les supposera pures. Les 530 kilogrammes de plomb d'œuvre donneraient, par la coupellation et les opérations subséquentes, 500 de plomb marchand. Quant aux 345 kilogrammes de sulfate de plomb, en les mêlant avec une quantité de charbon en poudre suffisante seulement pour en réduire la moitié, et chauffant le mélange dans un fourneau à réverbère, il est probable qu'on en extrairait la totalité du en plomb avec une grande facilité; et je crois qu'en évaluant la perte de métal à 20, c'est la porter au maximum; ils en produiraient par conséquent 220 kilogram., qui, joints aux 500 déjà obtenus, formeraient 720 kilogrammes, au lieu de 660 kilogrammes qu'on retire du schlich par le procédé de Pezey. La perte serait donc réduite de 0,17 à 0,11, c'est-à-dire diminuée d'un tiers, et le produit du plomb serait augmenté de 0,09. Il est probable que l'on obtiendrait aussi une quantité d'argent sensiblement plus grande; mais je n'aurai point égard à cette augmentation, qui ne peut pas être fort importante.

Perte de  
plomb.

Au lieu de réduire le sulfate de plomb par le charbon, si l'on avait de la galène pauvre à traiter, on pourrait le mêler intimement avec cette galène et chauffer le mélange au fourneau à réverbère; il donnerait immédiatement presque tout le plomb sans qu'on soit obligé d'exécuter l'opération longue et pénible du grillage, et la perte de plomb serait moins considérable que dans le procédé ordinaire, parce qu'on peut remarquer que cette perte provient principalement des parcelles de schlich qui sont entraînées par

courant d'air lorsqu'on remue la matière avec des ringards dans le commencement de l'opération, pour en faciliter le grillage.

Le sulfate de plomb pourrait très-bien remplacer l'alquifoux pour vernisser les poteries. J'ai enduit de ce sel un creuset de Hesse ordinaire; j'ai placé ce creuset dans un autre, et je l'ai chauffé à la chaleur blanche; il s'est trouvé recouvert d'une couche mince et uniforme d'un beau verre de plomb transparent. Il serait à désirer que cet essai fût répété en grand; car alors on pourrait tirer un très-bon parti du sulfate de plomb, et la méthode de la coupellation directe deviendrait encore plus avantageuse qu'on ne le suppose. Il est vraisemblable que le sulfate de plomb pourrait être employé aussi à la fabrication du verre (1).

Usages du  
sulfate de  
plomb.

La coupellation du schlich coûterait probablement un peu plus que l'affinage du plomb, parce qu'il faudrait chauffer plus fortement, et que l'opération irait moins vite. J'évalue la dépense à 20 francs. L'affinage de 530 kilogrammes de plomb d'œuvre et la réduction des litharges, fond de coupelle, etc., qui en proviendraient, coûteraient au plus 25 f.; enfin, les frais de réduction du sulfate de plomb seraient certainement beaucoup moindres que les frais de fusion de pareil poids de schlich; c'est probablement les porter très-haut que de les évaluer à 15 francs. D'après cela, les dépenses totales seraient d'environ 60 francs. On a vu que les dépenses de traitement de 1000 kilogrammes de schlich coû-

Dépenses  
présümées.

(1) Je me propose de vérifier cette conjecture par des expériences directes.

Avantages probables.

taient, à Pezey, 96 francs; ainsi, il y aurait une économie de 36 francs; en outre, les 60 kilogrammes de plomb que l'on obtiendrait par la coupellation directe de plus que par le procédé ordinaire, valent à-peu-près 48 francs. La nouvelle méthode donnerait donc une augmentation de bénéfice de 84 francs, somme qui représente à-peu-près le 11<sup>e</sup>. de la valeur du produit brut.

Conclusion.

Je suis loin de prétendre que le succès de la méthode que je propose soit certain, et je sais que j'ai pu ne pas prévoir toutes les difficultés qui se présenteront dans la pratique. Je ne me dissimule pas non plus que mes calculs n'ont rien de rigoureux, et que les résultats ne sont qu'approximatifs; mais il me paraît que ces résultats ont un assez grand degré de probabilité, et sont assez importans pour faire désirer qu'il soit fait quelques essais en grand; malheureusement le Gouvernement n'a plus à sa disposition d'usines dans lesquelles on puisse exécuter ces essais. Au reste, ceux-ci sont à la portée d'un simple particulier; ils seraient même très-peu dispendieux; ils ne nécessiteraient point de constructions nouvelles, et, en cas de non-succès, il n'en résulterait presque aucune perte de matière.

S'il réussissait, le nouveau procédé serait applicable à la galène la plus pauvre, et même à celle qui ne contiendrait pas d'argent, tandis qu'actuellement on ne peut obtenir, sans perte, l'argent de la galène, que lorsque ce minéral en renferme au moins  $\frac{1}{2}$  once au quintal poids de marc, ou  $\frac{1}{3000}$ .

## NOTICE

*Sur le mode de muraillement exécuté depuis plusieurs années aux mines de houille de Litry, département du Calvados;*

PAR M. DUHAMEL, inspecteur général au Corps royal des Mines.

Le muraillement et les remblais dans l'intérieur des mines, sont deux objets importans, que déjà depuis long-temps les gens de l'art ne cessent de recommander à MM. les exploitans; soit dans l'intention de prévenir un grand nombre d'accidens; soit, dans quelques circonstances, comme un moyen d'économie dans les frais généraux d'exploitation.

La modicité du prix des bois dans plusieurs contrées où il existe des mines, l'avantage que présente l'emploi de cette matière sous le rapport de l'établissement prompt et rapide des ouvrages excavés; l'empire de l'exemple, et les préjugés qui naissent presque toujours d'une longue habitude, ont fait généralement rejeter jusqu'ici ces avis salutaires, par les personnes même qui avaient le plus grand intérêt à les suivre.

Il a fallu, tantôt que les bois devinssent telle-



ment rares, qu'on ne pût pas s'en procurer, tantôt que leur résistance fût constamment insuffisante contre la pression des roches, pour qu'on se déterminât à adopter le muraillement. Ce n'a donc été généralement que lorsque le mal a été à-peu-près porté à son comble, que l'on a songé sérieusement à y remédier.

Cependant quelques exploitans n'ont pas attendu ce terme fatal, et parmi ceux qui se sont hâtés de le devancer, l'on doit citer avec éloge la Compagnie des Mines de Litry.

Quoique le mode qu'elle a introduit dans son exploitation ne soit peut-être applicable qu'à un petit nombre de mines en France, le Conseil des Mines a pensé qu'il pourrait être utile de le faire connaître, parce qu'il est susceptible de diverses modifications, et peut-être de quelques économies qui rendraient son usage plus commun. Il m'a en conséquence chargé de cette description.

Mais, pour y parvenir, il me paraît nécessaire d'entrer dans quelques détails sur la seule couche de houille qui ait été jusqu'ici connue aux mines de Litry, sur sa disposition dans le sein de la terre et sur la manière dont elle a été exploitée dans l'origine. Sa puissance se compose des bancs et épaisseurs ci-après, savoir :

MESURES			
Anciennes.		Nouvelles.	
pieds.	pouc.	cent.	mill.
2	»	64	99
»	3	8	11
2	»	64	99
»	5	13	53
1	6	48	70
1	5	40	59
1	»	32	49
»	»	»	»
<b>TOTAUX.</b> . . . . .			
8	5	2,73	40
2	8	86	61
<b>Reste pour les parties exploitables dans les endroits où la couche est intacte.</b> . . . . .			
5	9	1,86	79

1°. *Sillon du mur.* Lit de gros charbon, mais *nerveux* et de qualité médiocre. . . . .

2°. *Haverie.* Lit de menu charbon fournissant du charbon à chaux. . .

3°. *Sillon du toit.* Lit de charbon à maréchal. . . . .

4°. *Petite escaille.* (Grès schisteux. . . . .

5°. *Toit charbonneux,* fournissant du charbon à chaux, en grande partie négligé par les anciens. . . . .

6°. *Grosse escaille.* (Grès schisteux. . . . .

7°. *Deuxième toit charbonneux,* inexploité à cause de sa mauvaise qualité. . . . .

8°. *Véritable toit.* Grès quarzeux à gros grains arrondis, véritable pou-  
dingue. . . . .

A déduire pour les parties pier-  
reuses, c'est-à-dire, pour la petite, la  
grande escaille et le deuxième toit  
charbonneux. . . . .

Reste pour les parties exploitables  
dans les endroits où la couche est in-  
tacte. . . . .

Cette couche, d'après sa position presque horizontale, est une véritable *plateuse*, quoiqu'elle ait une très-légère pente au nord, et un relevement au jour de 22 à 24 centimètres par mètre vers le sud, à partir de la profondeur de cent mètres à laquelle aboutissent en général tous les travaux d'exploitation.

C'est cependant dans cet espace assez borné que l'on n'a cessé d'extraire, d'une seule couche, des quantités assez considérables de houille depuis la découverte qui en a été faite en 1741; puisque d'après les renseignemens que j'ai recueillis, l'extraction ne doit pas être évaluée au-dessous des quantités ci-après, savoir :

Pendant les cinquante premières années, à raison de 150,000 hectolitres par an, terme moyen, 6,500,000 hect.

Pendant les vingt-neuf dernières années, au taux moyen de 240,000 hectolitres par an. . . . . 6,960,000

TOTAL de l'extraction pendant soixante-dix-neuf ans. . . . . 13,460,000 hect.

Pendant plus de la moitié de cette exploitation, on n'a guère tiré parti que du troisième lit, appelé *sillon du toit*. Cependant le premier lit, ou lit inférieur, nommé *sillon du mur*, fut en général exploité en même temps; mais comme à cette époque les consommateurs étaient très-difficiles, et que d'ailleurs on faisait encore peu d'usage de la houille pour la cuisson de la chaux, on rejeta le plus souvent dans les parties excavées la houille provenant de ce lit inférieur. On négligea par la même raison le premier toit char-

bonneux formant le cinquième lit : enfin on n'exploita jamais le septième ou deuxième lit charbonneux, à raison de sa mauvaise qualité.

Ce système d'exploitation, qu'on appellerait vicieux, s'il n'avait pas été commandé par les circonstances, a cependant été d'un grand secours pour la Compagnie actuelle, en ce qu'il lui a permis de fonder une nouvelle exploitation sur l'ancienne, en attendant le succès des nombreuses et dispendieuses recherches auxquelles elle se livre depuis plusieurs années.

Elle s'est donc décidée à passer à travers l'ensemble des parties précédemment exploitées, afin de prendre et de recueillir tout ce que ses devanciers avaient laissé ou dédaigné. Ce n'était pas une chose facile que de fonder un grand système d'exploitation, constamment au milieu d'ouvrages affaissés; mais la nécessité a fait vaincre tous les obstacles, et du sein du chaos est né un ordre constant, uniforme et régulier, que l'on pourrait donner pour exemple à la plupart des mines réputées pour être les mieux exploitées.

De vastes communications ont été établies entre tous les puits d'extraction; ensuite ces communications en ont reçu d'autres moins étendues, qui ont permis d'aménager la totalité de l'exploitation comme on distribue une forêt en coupes réglées. Ce plan adopté, on le mit aussitôt à exécution. On employa d'abord le boisage; mais l'obligation où l'on se trouva de le renouveler très-souvent, à cause des fréquentes ruptures qu'il éprouvait, détermina la Compagnie à adopter le muraillement vers la fin de 1811.

On ne donna d'abord aux murs que de 0,487

à 0,650 d'épaisseur; mais bientôt ils perdirent leur aplomb, et on fut obligé de leur donner depuis 0,812 jusqu'à 0,974. Cette dimension est même quelquefois portée à 1,299, lorsque le fardeau *des toits* semble l'exiger. Cependant, à l'exception des environs des puits dont je parlerai plus tard, cette épaisseur est peu fréquente; tandis que celle de 0<sup>m</sup>,974, ou 3 pieds, est la plus ordinaire. Tout ce que nous allons dire maintenant, se rapporte donc à cette dernière dimension.

Le muraillement d'une voie consiste en deux murs verticaux et parallèles, hauts de 2<sup>m</sup>,192, épais de 0,974, et écartés l'un de l'autre de 1<sup>m</sup>.624; de manière que la distance comprise entre leurs parois extérieures est de 3,572. Ils sont réputés avoir 0,325 de fondation, puisque le sol de la voie est élevé de cette quantité au-dessus de leur base; cependant ils ne pénètrent réellement le mur de la couche que de quelques centimètres. Voyez une coupe en travers et une en long de ce muraillement, *fig. A et B, Planche IV* (1).

(1) « On peut, dit M. Héron de Villefosse, combiner en-  
» semble le muraillement et le boisage, en établissant sur des  
» murs latéraux des pièces de bois qui soutiennent le faite  
» d'une galerie, comme des poutres supportent un plancher  
» dans un bâtiment. Cette méthode, usitée en Hongrie, con-  
» vient à de larges espaces, soit à parois verticales, soit à pa-  
» rois inclinées, dans lesquelles on n'a besoin que de conser-  
» ver une galerie étroite. » *De la Richesse minérale*, t. II,  
p. 202.

Cette méthode, parfaitement analogue à celle que l'on suit aux mines de Litry, a été décrite dans un ouvrage publié en allemand par M. Erlar. (Voyez *Versuch einer anleitung zur strecken und schact mauerung*. Freiberg, 1796.)

Des *billes* longues de 2,216, larges de 0,189, épaisses de 0,244 et écartées les unes des autres de 0,974 de milieu en milieu, reposent vers chaque extrémité de 0,297 sur chacun des murs, ou plutôt sur des semelles ayant 0,081 d'épaisseur, et 0,297 de largeur.

Au-dessus des billes, et de l'une à l'autre, sont placés immédiatement à côté les uns des autres, des bois en chêne refendus, appelés *esclèmes*, de 0,27 d'épaisseur. Ils sont destinés à retenir en place toutes les parties du toit qui pourraient se détacher.

On a déjà dit que les murs étaient enfouis de 0,325 au-dessous du sol de la voie. Il en résulte que la hauteur du vide compris entre le sol et le dessous des billes, est de 1,948, et que la hauteur totale des murs, des semelles, des chapeaux et des *esclèmes*, est de 2,545.

Mais la hauteur de l'excavation à faire pour placer les billes et les *esclèmes* est environ de 2,705; ainsi il reste entre la garniture des chapeaux et le toit, un espace vide de 0,162, que l'on remplit ensuite aussi exactement qu'il est possible avec des déblais, à mesure de l'avancement de la voie.

La partie des murs destinée à être cachée est tirée au cordeau et *parmentée* pour astreindre l'ouvrier à la régularité. On y *restape* ensuite les débris du toit et autres matières dont on veut se débarrasser, de manière à ne point laisser de vides entre ces parois et le terrain auquel elles servent de limites et d'appui.

Les paremens antérieurs des mêmes murs sont cependant plus soignés que les précédens. On

y emploie les plus belles pierres, et celles qui ont les plus fortes dimensions.

L'espace compris entre les deux paremens d'un même mur, est formé de blocage posé à la main, et de manière à ne laisser que le moins de vides possibles.

Le mortier dont on fait usage, tant pour le blocage que pour les paremens, est un schiste tendre et pourri, provenant de l'intérieur de la mine. Il est détrempe, corroyé et préparé d'avance. En quatre journées de douze heures, un jeune manoeuvre en prépare la quantité nécessaire pour 4 mètres carrés de maçonnerie.

Chaque ouvrier maçon fait 4 mètres de muraillement en cinq journées de six heures. On lui fournit les matériaux à pied-d'oeuvre.

Les manoeuvres ne sont point à la charge des maçons; mais ils sont également payés au mètre carré. Les uns et les autres sont des mineurs et ouvriers de l'intérieur de la mine, que l'on a promptement formés à ce genre de travail.

Les précautions indispensables à prendre pour la confection de ces murs, consistent dans l'ouverture d'une voie provisoire, solidement boisée, de 4 mètres environ de largeur. Elle est divisée en deux parties par une ligne de bois de refend qui sert à la soutenir.

La partie de cette voie provisoire qui doit renfermer chaque mur, a 2,27 de largeur, afin que les maçons puissent travailler de chaque côté avec aisance. Les 1,73 restant, sont destinés à la communication des travaux.

On n'embrasse jamais plus de 10 mètres de longueur de construction à-la-fois, et souvent

moins, si le défaut de solidité des toits s'y oppose.

Une partie de mur étant construite, et les mortiers ayant acquis la solidité convenable, on retire le boisage pour le faire servir en avant, et ainsi de suite.

Les murs placés au pied des puits, à l'entour des cabinets de *chargeage*, ont depuis 2 jusqu'à près de 4 mètres de hauteur. On n'y emploie que des pierres plates et du plus fort échantillon. Ces constructions exigeant beaucoup de solidité, sont toujours faites à chaux et à sable. Toutes les pierres dont on fait usage dans les diverses circonstances dont je viens de rendre compte, proviennent de la mine même, où l'on établit des carrières de distance en distance, de manière à ménager autant qu'il est possible les frais de transport.

Ces carrières, composées de grès quarzeux à gros et à petits grains, pourraient quelquefois servir de pierres à aiguiser, et formeraient de très-belles pierres de taille, si elles avaient plus d'épaisseur. Leur disposition fissile les rend très-propres à l'usage auquel on les emploie.

Elles s'obtiennent par éboulement, à l'aide d'un boyau montant pratiqué dans l'épaisseur du toit de la couche de houille. Cet ouvrage, qui n'a, depuis la voie jusqu'à la carrière, que la largeur ordinaire d'une galerie, s'élargit ensuite assez pour présenter ordinairement une tranche horizontale de 10 à 12 mètres de diamètre. La hauteur de cette excavation, qui tend constamment à augmenter, a quelquefois plus de la moitié de cette dimension. Si quelques pierres menacent de se détacher et peuvent compromettre la sûreté des ouvriers, on les soutient à

l'aide de bois debout, tant qu'il est nécessaire d'approcher fréquemment de la carrière.

L'extraction de la pierre nécessaire pour former deux mètres courans d'un mur, se fait en six jours de six heures de la part d'un seul homme.

La distance à parcourir pour transporter la pierre où elle doit être employée, varie beaucoup. Je n'ai aucune donnée à cet égard; mais j'y suppléerai plus loin en indiquant le prix réduit du transport par mètre courant de muraille (1).

Lorsque j'étais sur les lieux en 1814, M. Noël, directeur de l'établissement, prétendait que la toise de longueur des deux murs formant le muraillement ordinaire, ne coûtait, tout compris, que 28 f. 06 cent. Mais ayant désiré connaître le sous-détail des prix de cette construction, je lui adressai, vers la fin de 1815, diverses questions, auxquelles il eut la complaisance de répondre peu de temps après; c'est d'après ces nouveaux renseignemens que j'ai dressé les deux états suivans. L'un est le prix d'une toise ou de 2 mètres de voie murillée; l'autre est le prix que coûterait une galerie boisée, ayant dans œuvre les mêmes longueur, largeur et hauteur que la voie ci-dessus.

(1) Je ne crois pas que le muraillement ait été employé jusqu'ici, aux mines de Litry, dans l'intérieur des *tailles*. On y fait donc vraisemblablement usage de bois pour les soutenir provisoirement, c'est-à-dire, tant qu'on y travaille; mais il y a lieu de présumer que la consommation des bois, pour cet objet, n'est pas très-considérable, attendu qu'une partie de ces excavations est remblayée, au fur et à mesure de leur avancement, à l'aide des déblais que fournit la couche.

*Sous-détail du prix d'une toise ou de 2 mètres courans d'une galerie murillée.*

Extraction de la pierre. . . . .	4 f. 50 c.
Transport, terme moyen. . . . .	4 50
Maçons et manœuvres payés ensemble à raison de 3 francs 75 centimes par toise carrée, ce qui donne pour une hauteur de 6 p. 9 pouces. . . . .	4 21
Préparation du mortier. . . . .	2 50
Posage et enlèvement des bois provisoires. . . . .	1 »
	<hr/>
	16 71
Autant pour l'autre côté, ci. . . . .	16 71
Plus pour deux <i>billes</i> , trente-deux <i>esclèmes</i> et deux <i>semelles</i> . . . . .	6 40
Entretien de ces bois auxquels on suppose une durée moyenne de 11 ans. . . . .	» 60
	<hr/>
	40 42

On ignore quelle peut être la durée d'un muraillement ainsi construit; cependant on ne lui en suppose qu'une de quarante ans, afin d'évaluer les réparations, que l'on porte en conséquence, à. . . . .

TOTAL. . . . . 41 42

*Sous-détail de la valeur d'une galerie boisée, ayant en dedans des bois les mêmes dimensions que les voies murillées.*

4 bois ou montans de 9 pieds de longueur, environ 3 mètres contenant 18 bûches (1), ci. . . . .	18 bûches.
2 billes de 6 pieds de longueur (environ 2 mètres). . . . .	4
96 esclemes tant pour le dessus que les côtés. . . . .	12
TOTAL. . . . .	34 bûches.
34 bûches à 50 francs le 100 font, ci. . . . .	18 f. 70 c.
Façon, transport et posage des bois. . . . .	2 30
	21 »

Ces bois, qui pourraient durer 11 ans s'ils ne périssaient que par vétusté, seraient exposés à se briser fréquemment, à raison de leur grande longueur. M. Noël ne leur supposait qu'une durée de 2 ans; je la porte à 5.

L'entretien serait donc de. . . . . 7 »

TOTAL GÉNÉRAL. . . . . 28 »

### Récapitulation.

La valeur du muraillement est, pour 2 mètres courans, de. . . . .	41 f. 42 c.
Celle du boisage, pour la même longueur, se borne à. . . . .	28 »
Différence ou désavantage du muraillement.	13 42

(1) La bûche est une mesure abstraite ou conventionnelle du pays, ayant 3 pieds de longueur sur 5 pouces 4 lignes de diamètre. Elle cube donc 804 pouces 864 lignes, ce qui équivaut à  $0m,015925$ .

Il est évident que si la Compagnie n'avait fait attention qu'à ce résultat, elle n'aurait pas introduit le muraillement dans ses travaux; mais, envisageant cette mesure plus en grand, elle a su prévoir au moins une partie des avantages considérables qu'elle en doit retirer. Ces avantages sont :

1<sup>o</sup>. Une circulation plus rapide de l'air; non-seulement parce que rien n'apporte plus d'obstacles à son passage; mais encore parce qu'il n'est plus altéré dans les voies par la décomposition des bois.

2<sup>o</sup>. De l'économie dans les frais de transport intérieur, parce que les *hercheurs*, étant beaucoup moins gênés, peuvent maintenant être plus éloignés les uns des autres, ou être plus chargés qu'ils ne l'étaient dans l'ancien ordre de choses (1).

Je saisisai cette occasion pour faire remarquer que dans l'état actuel des choses, la Compagnie

(1) Je crois devoir ajouter par appendice, et comme troisième avantage dû au muraillement, l'usage que la compagnie a introduit depuis peu d'années, de faire déposer dans de vastes voies souterraines, situées aux approches des puits d'extraction, toute la houille qui ne serait pas très-incessamment vendue sur le carreau des mines. Avant qu'on eût pratiqué ces dépôts intérieurs, la houille, exposée quelquefois pendant plusieurs mois aux intempéries et aux variations de l'atmosphère, tombait promptement en poussier, ce qui occasionnait un déchet et une perte considérables. Aujourd'hui, cette matière n'étant élevée au jour que pour être vendue presque aussitôt, il n'y a plus ni déchet ni pertes à craindre. Il est vrai qu'il en résulte un remaniement de plus; mais il paraît que les dépenses médiocres qu'exige cette opération, sont beaucoup plus que compensées par les avantages majeurs qui en résultent.

de Litry pourrait substituer les chevaux aux hommes, en faisant usage des voies de fer que l'on a établies avec tant de succès dans l'intérieur de plusieurs mines en Angleterre. Déjà ce mode de roulage s'est propagé dans les mines de houille du comté de la Marck, au Hartz et en Silésie, et par-tout où il a été employé, il a procuré des économies considérables dans les frais de transport. On ne court donc maintenant aucun risque à l'introduire dans les exploitations importantes. L'heureuse et naturelle application qu'en ferait la compagnie de Litry, compléterait les avantages du système qu'elle a adopté. Constamment une des premières en France, à introduire dans son exploitation tous les perfectionnemens utiles, il lui appartient en quelque sorte de ne pas rester en arrière dans cette circonstance.

*Explication des fig. A et B, Planche IV.*

- Fig. A*, Coupe en travers d'une voie murillée.  
*Fig. B*, Coupe en long de la même voie.  
*aa*, Niveau du sol d'une voie.  
*bb*, Niveau du sol des fondations.  
*cc*, Paremens intérieurs des murs.  
*dd*, Paremens extérieurs desdits murs.  
*e*, *Semelles* en bois.  
*f*, *Billes* en bois de chêne reposant à chaque extrémité sur les billes précédentes.  
*g*, *Esclames* en bois de chêne, refendus.

*Sur les Sels ammoniacaux qu'on pourrait rencontrer accidentellement dans les mines de houille embrasées;*

PAR M. LOUIS CORDIER, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

DANS le cahier renfermant les deux premières livraisons des *Annales des Mines*, de 1820, page 157, j'ai eu occasion de faire remarquer d'une manière générale que les mines de houille ne produisaient point de sel ammoniac, et qu'elles ne pouvaient en produire. Il me suffisait d'énoncer généralement cette notion dans le but que j'avais en vue. Ce but était en effet de caractériser d'un seul trait le défaut d'analogie que tout géologue un peu exercé reconnaîtra aisément entre les phénomènes des houillères embrasées, et ceux que paraissent présenter les deux foyers volcaniques de la Tartarie centrale, dont M. Abel-Rémusat vient de nous donner connaissance. Je me propose, dans cet article, d'indiquer la possibilité d'une légère exception à l'espèce de règle que j'ai mise en avant; possibilité dont l'explication n'est pas sans intérêt, à raison des causes dont le concours pourrait réaliser l'exception.

J'ai annoncé, il y a plusieurs années (1), que les efflorescences alumineuses exploitées dans le pays d'Aubin, département de l'Aveyron, contenaient une grande quantité d'alun cristallisant sans addition, et qu'elles devaient cette pro-

(1) Observations sur les mines d'alun d'Aubin. *Journal des Mines*, 1809, tome XXVI, page 407.

priété, soit à du sulfate de potasse fourni par la décomposition du feldspath renfermé dans les schistes et les grès environnans, soit à du sulfate d'ammoniaque provenant de la combustion spontanée de la houille. Or, il est évident que ce dernier sel pourrait, à la rigueur, se trouver parfaitement isolé, et qu'il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'on vint à le découvrir dans les cavités de quelque houillère embrasée.

Mais il pourrait arriver, de plus, qu'on vint à trouver dans les mêmes circonstances quelque peu d'hydrochlorate d'ammoniaque. Dans ce dernier cas, la combustion de la houille fournissant l'alcali volatil, ce que personne ne sera tenté de contester, il ne s'agit que de faire voir comment l'acide hydrochlorique pourrait intervenir; or, la présence de cet acide pourrait avoir lieu de deux manières.

La première est celle que j'ai indiquée dans mon mémoire sur les substances volcaniques, dites en masse (p. 58) (1). Elle consiste en ce qu'une partie des roches qui ont été anciennement déposées par la mer, ou à la consolidation desquelles elle a concouru, n'ont point été parfaitement déssalées depuis la retraite des eaux dans les bassins actuels de l'Océan. J'ai reconnu des traces de muriate de soude et de muriates terreux, non-seulement dans les tufs et dans les vaches des terrains volcaniques de tous les âges, mais encore dans les variétés de schiste argileux (thonschiefer intermédiaire) que les anciens minéralogistes français ont qualifiées du nom de trapps et de cornéennes secondaires, et dans plusieurs espèces de pierres calcaires argilifères,

(1) *Journal de Physique*, 1816, t. LXXXIII, p. 55.

dont j'ai eu occasion de faire aussi l'analyse mécanique.

La seconde manière tiendrait à ce qu'il n'existe point d'eau parfaitement pure, soit à l'intérieur, soit à la surface des continens. Toutes les eaux douces sont des eaux minérales excessivement faibles. Cet important phénomène, sur lequel j'ai cru devoir insister dans le cours de mes leçons, au Muséum d'histoire naturelle, a été principalement mis en évidence par un de nos plus célèbres chimistes, M. Thénard. L'eau d'Arcueil, par exemple, qui passe pour être extrêmement pure, renferme, d'après l'analyse de MM. Thénard et Colin  $\frac{1}{2143}$  de son poids en résidu salin, indépendamment de  $\frac{1}{49}$  de son volume en acide carbonique. Le résidu salin contient, sur sept parties, savoir :

Sulfate de chaux. . . . .	2,528
Carbonate de chaux. . . . .	2,536
Sel marin. . . . .	0,290
Sels déliquescens. . . . .	1,646

7

Les mêmes chimistes ont retrouvé des principes analogues, et en quantités qui approchent plus ou moins des précédentes, dans les eaux des cinq rivières qui sont destinées à alimenter le canal de l'Ourcq, dans celles de la Seine et de la Bièvre, et dans celles de deux fontaines situées près de Belleville et de Ménil-Montant.

Ici je ne dois pas négliger de faire remarquer que si, dans l'objet qui nous occupe, on veut se contenter de considérer la teneur de la plupart des eaux douces en muriates, on pourra se rendre compte de cette teneur, ou en ayant égard aux lavages qu'elles font sans cesse éprouver



aux terrains neptuniens et volcaniques de toutes les époques, ou bien en faisant attention à la très-petite quantité de sels muriatiques que les eaux de pluie, et sur-tout les rosées, apportent incessamment de la mer sur les continens. J'ajouterai que la quantité qui provient des rosées devient très-sensible dans toutes les contrées où il ne pleut presque jamais, telles que l'Égypte, parce qu'à la longue les résultats s'accumulent à la surface du sol sous forme d'efflorescences.

Ainsi donc, soit qu'il existe dans les roches de transport et de sédiment qui accompagnent la houille, et probablement dans la houille elle-même, une très-petite quantité de sels muriatiques; soit que les eaux douces qui affluent dans les solutions de continuité des terrains houillers se trouvent contenir de ces mêmes sels en vertu des deux causes qui ont été exposées ci-dessus, il paraît évident qu'il pourrait intervenir de l'acide hydrochlorique dans les houillères incendiées, et qu'il serait rigoureusement possible qu'il s'y formât quelque peu de sel ammoniac. Mais il est aisé de sentir que la formation accidentelle de ce sel ne pourrait jamais acquérir, non plus que celle du sulfate d'ammoniaque, une intensité et une permanence qui fussent susceptibles d'être comparées avec ce qui se passe, tant dans les éruptions volcaniques, que dans les solfatares, et en particulier dans les deux foyers de la Tartarie centrale, qui, depuis un temps immémorial, donnent lieu à une grande exploitation dont les produits alimentent la consommation des arts dans presque toute l'Asie.

---

## NOTICE

*Sur une machine à vapeur pour élever de l'eau et la faire servir comme moteur de machines, etc.; perfectionnée par M. JOHN PONTIEX, de Londres (1).*

Extrait du Répertoire des Arts et Manufactures du mois de janvier 1820.

---

A A, Pl. IV, *fig.* 1 et 2, Représentent deux cylindres dans chacun desquels est alternativement opéré le vide par la condensation de la vapeur.

BB, Deux robinets à triples branches dont l'une communique avec chaque cylindre; les deux autres sont destinées à y introduire de la vapeur et de l'eau; les robinets sont ajustés aux leviers et à la barre OO, de manière que lorsqu'ils excluent la vapeur, ils introduisent de l'eau dans l'un des cylindres, tandis que l'inverse a lieu dans l'autre.

C, Le tuyau qui conduit la vapeur de la chaudière dans les branches CD, et les tubes

---

(1) Le brevet ou la patente de perfectionnement qu'a obtenu l'auteur, date du 7 janvier 1819.

EE. Ce tuyau communique avec une branche de chaque robinet.

DDD, Le tuyau qui conduit l'eau de la citerne H dans les branches DD et les tubes EE.

EE, Les tubes à travers lesquels la vapeur et l'eau passent alternativement. Ces tubes plongent verticalement, suivant l'axe, et leur longueur est du tiers ou du quart de celle des cylindres; ils sont coniques, perforés de trous, et terminés chacun par un petit orifice et par un plateau fixé horizontalement à peu de distance, par une espèce d'étrier. L'eau de condensation, après avoir été introduite dans les tubes EE, est dispersée en gouttelettes dans l'intérieur des cylindres, principalement en traversant les trous, et le surplus de l'eau, en s'écoulant par l'orifice du bas, rejaillit en se divisant encore par sa chute sur le plateau *e*. Aussitôt s'opère la condensation de la vapeur contenue dans les cylindres; le vide est formé, et l'eau s'élève par le tuyau d'aspiration, passe dans les cylindres, pour ensuite se décharger par les orifices KK.

FF, Deux soupapes fixées au sommet du tuyau d'aspiration M. Ces soupapes sont alternativement ouvertes pendant que le vide se forme et que l'eau s'élève dans les cylindres, et fermées pendant que l'eau en sort.

GG, Deux soupapes fixées immédiatement au-dessous des orifices de décharge. Ces soupapes s'ouvrent pour vider les cylindres, et se ferment pendant qu'ils se remplissent.

H, Une citerne placée au-dessous des orifices de décharge (mais qui peut être placée par-tout ailleurs). Cette citerne reçoit l'eau sortant des

cylindres, et sert en même temps à alimenter le tuyau condenseur D. Intérieurement est un crible pour séparer de l'eau les matières étrangères qui pourraient obstruer le tuyau D.

I, Une soupape fixée dans le tuyau D, pour y contenir l'eau, avant de mettre l'appareil en action.

Les orifices de décharge KK sont surmontés d'un réservoir à air.

L, Décharge de la citerne.

M, Tuyau d'aspiration, par lequel monte l'eau, but que l'on se propose par cet appareil. Il faut, en conséquence, supposer son extrémité inférieure plongée dans l'eau que l'on veut élever.

NN, Coupes placées au sommet de chaque robinet BB, et que l'on remplit de graisse pour diminuer le frottement.

OO, Les leviers et la barre destinés à mouvoir les robinets, ainsi qu'on l'a déjà dit.

L'auteur fait consister le mérite de son *brevet de perfectionnement*: 1<sup>o</sup>. dans les tubes EE destinés à diviser et distribuer la vapeur et l'eau dans la capacité intérieure des cylindres; 2<sup>o</sup>. dans la manière de conduire l'eau d'injection par le tuyau D, sans la refouler par une pompe, et sans la faire descendre, par son poids, d'un réservoir supérieur; 3<sup>o</sup>. dans la facilité de mettre en opération deux ou un plus grand nombre de cylindres à-la-fois.

La mise en opération de ces cylindres a lieu de la manière suivante. On remplit d'eau la citerne H; les robinets sont tournés à l'aide des leviers et de la barre OO, de manière à intro-

duire de la vapeur dans l'un des cylindres par les tubes E E, et par le tuyau C, communiquant à une chaudière voisine. La vapeur chasse l'air et prend sa place. Ensuite les robinets étant tournés en sens contraire de la citerne H, l'eau est introduite dans la capacité des cylindres par le tube D, et condense la vapeur; dans le même temps la vapeur passe dans l'autre cylindre et en chasse l'air, pour y opérer de même le vide, en remettant les robinets dans leur première place. Ainsi, en mouvant la barre O O, d'abord dans un sens puis dans l'autre, il se forme alternativement un vide dans les deux cylindres, et à chaque fois il s'élève une quantité d'eau dont le volume se trouve en proportion avec les dimensions des cylindres. Cet appareil peut être construit en cuivre, en fer, ou de toute autre matière convenable.

#### *Observations de l'auteur.*

Cet appareil est tellement construit, qu'il exige peu de soins lorsqu'il est en opération; il élève 26,000 gallons d'eau (environ 100 mètres cubes) avec un bushel (0,3524 d'hectolitre) de houille à la hauteur de 30 pieds (environ 9,1 mètres); il exige peu d'espace, et n'est point sujet à de fréquentes réparations. Son usage est très-important lorsqu'il s'agit d'élever avec célérité une grande quantité d'eau. On élève, à son aide, de 100 à 500 gallons d'eau par minute (de 378 à 1890 litres), et plus au besoin. Il en existe en opération dans plusieurs maisons de Londres. L'auteur a une de ces machines chez lui, offerte

à l'examen du public, et il s'occupe à en construire une dans de fortes dimensions, par laquelle il compte élever une très-grande quantité d'eau, avec une dépense infiniment au-dessous de celle des pompes actuellement en usage (1).

(1) Nous ferons observer ici que la machine pour laquelle M. John Pontifex, de Londres, a obtenu une patente le 7 janvier 1819, n'est, au fond, que la machine de Savery décrite dans maints ouvrages.

1°. Elle a deux récipients à vapeur qui, comme dans les machines semblables qui ont été proposées et exécutées, sont munis, vers le bas, de deux soupapes pour l'entrée et la sortie de l'eau.

2°. Chaque récipient a en outre, à sa partie supérieure, un robinet à trois ouvertures, dont l'une communique sans cesse avec le récipient, et dont les deux autres communiquent alternativement avec la chaudière et avec un tuyau d'injection. Ce robinet, comme on voit, est le même que celui qui a été employé, pour le même usage, par Désaguliers et par d'autres.

3°. Dans la machine de M. Pontifex, la vapeur est condensée par de l'eau froide qui tombe en pluie dans le récipient, et qui vient d'un réservoir placé plus bas que l'appareil. L'auteur paraît faire consister dans ces deux points le mérite principal de son invention. On doit cependant convenir que ce n'est pas la première fois qu'on a proposé de diviser le jet d'eau d'injection; et on sait aussi depuis long-temps qu'il n'est pas nécessaire de placer le réservoir d'eau d'injection au-dessus du récipient à vapeur.

4°. L'auteur ajoute que cet appareil élève 100 mètres cubes d'eau à 9 mètres de hauteur avec 35 litres de houille. Ce produit, qui est à-peu-près celui des grandes machines, est sans doute remarquable; mais, en admettant qu'il soit exact, personne ne pourra croire qu'il soit dû à la forme du tube d'injection et à l'abaissement du réservoir qui fournit l'eau à ce tube.

(Note des Rédacteurs.)

## SUR LE LITHION;

PAR M. A. ARFWEDSON.

(*Annales de Chimie*, tome X, p. 82.) (1)

LE lithion est un nouvel alcali qui a été trouvé, en 1818, par M. Arfwedson, dans plusieurs minéraux de Suède. (Voyez *Annales des Mines*, tome III, page 116.)

On n'est pas sûr de l'avoir obtenu parfaitement pur; on croit que celui que l'on a préparé en décomposant le carbonate par la chaux, retenait un peu d'acide carbonique. Dans cet état, il ressemble à la potasse; il a une saveur caustique, et il est fusible comme cet alcali. Sa cassure est cristalline; il n'attire pas l'humidité de l'air. D'après la composition de ses sels, on trouve qu'il doit contenir :

Lithion. . . .	0,561	...	100
Oxigène. . . .	0,439	...	78,255

Sa capacité de saturation est très-grande.

Le lithion et son carbonate attaquent très-fortement le platine. Cette propriété, qui est caractéristique, fournit un moyen de reconnaître la

Oxide.

Action sur  
le platine.

(1) Cet article devait faire partie des extraits de chimie; c'est par mégarde qu'il n'a pas été imprimé dans la première livraison.

présence du lithion dans les pierres par un simple essai au chalumeau. Voici comment M. Berzélius procède à cet essai. On prend un morceau du minéral gros comme une tête d'épingle, ou une petite quantité de sa poudre; on le chauffe avec de la soude en excès sur une feuille mince de platine, et on continue de le faire rougir une couple de minutes. La pierre se décompose; la soude chasse le lithion de ses combinaisons, et l'excès d'alcali étant liquide à cette température, se répand sur la feuille, et environne la masse décomposée. Autour de la matière alcaline fondue le platine prend une couleur foncée, qui est d'autant plus obscure et forme une bande d'autant plus large, que le minéral donne plus de lithion. L'oxidation du platine n'a point lieu sous l'alcali, mais seulement autour de l'alcali où le métal est en contact avec l'air et le lithion à-la-fois. La potasse détruit la réaction du platine sur le lithion, si ce dernier n'est pas abondant. Le platine reprend son brillant métallique si, après avoir été bien lavé avec de l'eau, on le fait rougir un moment.

Carbonate. Le carbonate de lithion a une saveur alcaline et verdit le sirop de violette. Il est complètement soluble dans l'eau, mais difficilement et lentement, sur-tout s'il a été fondu. Il cristallise, par évaporation, en croûtes composées de petits grains prismatiques. Il entre en pleine fusion à la chaleur rouge obscure, et par le refroidissement il prend l'aspect de l'émail.

L'acide acétique ne le dissout que lentement, à moins qu'on n'emploie le secours de la chaleur.

Il est composé de :

Lithion. . . . .	0,4528	...	100
Acide carbonique.	0,5472	...	120,85

On l'obtient en précipitant le sulfate de lithion par l'acétate de baryte en excès, filtrant, évaporant la liqueur à siccité, et calcinant le résidu d'acétate de lithion.

Le bi-carbonate de lithion est un peu plus soluble que le précédent. Sa dissolution dépose, par l'évaporation à une douce chaleur, une croûte cristalline qui décrépité au feu avec violence.

Le nitrate a la saveur du salpêtre. Il cristallise en grands rhomboèdres ou en aiguilles; il est extrêmement déliquescent, et se liquéfie à l'air; il se fond à une chaleur très-faible.

Il est composé de :

Lithion. . . . .	0,2517	...	100
Acide nitrique. . .	0,7483	...	297,5

Le sulfate neutre a une saveur salée pure. Il cristallise en masses irrégulières, inaltérables à l'air; il est très-soluble dans l'eau, très-difficile à fondre. L'addition d'un peu de sulfate de chaux le rend fusible à une chaleur obscure. Il produit un sel double avec le sulfate d'alumine.

Il est composé de :

Lithion. . . . .	0,3125	...	100
Acide sulfurique..	0,6875	...	220

On l'obtient en saturant le sulfate acide par l'ammoniaque, et en calcinant ensuite.

Le sulfate acide est moins soluble et plus fusible que le précédent, et il est indécomposable par la chaleur.

**Muriate.** Le muriate cristallise en croûtes irrégulières extrêmement déliquescentes.

Il se fond complètement au rouge obscur.

Il est composé de :

Lithion. . . . .	0,3995	...	100
Acide muriatique. . .	0,6007	...	150,44

**Borate.** Le borate a une saveur alcaline, et il est soluble dans l'eau. Il se boursouffle au feu, puis se fond en verre transparent comme le borax.

Il est composé de :

Lithion. . . . .	0,447	...	100
Acide borique. . .	0,545	...	118,82

**Acétate.** L'acétate desséché ressemble à une masse gommeuse, et ne présente aucun indice de cristallisation; il attire très-promptement l'humidité de l'air, et se liquéfie.

Il se change en carbonate lorsqu'on le calcine.

**Tartrate.** Le tartrate est soluble dans l'eau, sur-tout lorsqu'il est avec excès d'acide. On obtient un sel efflorescent par l'évaporation de la dissolution.

## DESCRIPTION

*D'un fourneau de grillage pour le minerai de fer, employé au Creusot et à Vienne;*

PAR MM. LAMÉ et THIRRIA, élèves ingénieurs au Corps royal des Mines.

LORSQUE la fonderie du Creusot était en activité, le minerai, avant d'être traité au haut-fourneau, était grillé dans le fourneau qui est représenté Pl. V, fig. 1, 2, 3 et 4. Ce minerai était du fer hydraté en grains très-petits, fortement agglutinés par un ciment calcaire. On l'exploitait à Couches, où il forme un banc épais d'environ 5 pieds, intercalé dans des bancs de calcaire compacte gris contenant des gryphytes, des ammonites, des bélemnites, etc., calcaire qui paraît tout-à-fait analogue à celui du Jura.

Le fourneau de grillage, que nous décrivons, est employé depuis long-temps en Allemagne, et il a été établi au Creusot par un ingénieur des mines, Saxon. Il est construit en briques; il a 17 pieds de hauteur; extérieurement il est presque cylindrique. Le vide intérieur est conique; il a trois chauffes *a*, placées latéralement, dans lesquelles on jette de la houille, et trois autres ouvertures *b* faites au niveau du sol, par lesquelles on retire le minerai, à l'aide d'un ringard, lorsqu'il est grillé. Un petit cône en fonte *k*, placé au centre de la base du fourneau, force le minerai grillé à se présenter devant ces ou-

vertures. Les chauffes communiquent avec l'intérieur du fourneau par les conduits *o*. Le gueulard *cd* est entouré d'une balustrade en bois *m n m' n'*.

Lorsqu'on met le fourneau en activité, on le remplit de minerai, et on le chauffe pendant quatre heures. Au bout de ce temps, on retire par les ouvertures *b* une partie du minerai qui se trouve complètement grillé, et on le remplace par autant de minerai cru qu'on jette par le gueulard. Le travail continue ainsi, sans interruption, aussi long-temps qu'on le désire.

Au Creusot, l'objet du grillage était non-seulement d'expulser les substances volatiles, mais encore de fendiller le minerai, afin de rendre la préparation mécanique plus facile.

MM. Frère-Jean font maintenant construire un fourneau semblable, à Vienne, pour griller les minerais de la Voulte.

Il nous paraît que ce fourneau serait très-avantageux pour griller les minerais de fer carbonaté (1).

---

(1) Ce fourneau pourrait servir également pour cuire la chaux, etc. Sous le rapport du grillage du minerai de fer, son grand avantage consiste en ce que le combustible ne se trouvant pas en contact avec le minerai, on peut se servir de houille, lors même que celle-ci serait pyriteuse, sans avoir à craindre que les résidus de la combustion ne se mélangent avec lui, et n'altèrent la qualité de la fonte. L'opération devient d'ailleurs très-peu dispendieuse, parce que le travail est continu.

P. B.

---



---

## SUR LA NATURE

DU

## MINERAI DE FER MAGNÉTIQUE

DE

CHAMOISON (VALAIS);

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

---

M. l'ingénieur Gueymard a publié une analyse et une description du gîte de ce minerai, dans sa notice sur la géologie du Valais (*Journal des Mines*, t. XXXV, p. 19). Il le désigne sous le nom de *mine de fer oxidé en grains agglutinés*. On le trouve en couches peu étendues, mais épaisses et nombreuses, dans une montagne composée de calcaire grisâtre renfermant beaucoup de coquilles, entre autres des ammonites. On l'exploite pour l'usine d'Ardon. Après avoir été grillé, il produit 0,43 de fonte au haut-fourneau. Il est très-fusible. La fonte donne à l'affinage d'excellent fer, dont on fait de l'acier de cimentation de la plus grande beauté. On a essayé de traiter ce minerai à la méthode catalane; mais il n'a rendu que 0,16 de fer avec une très-grande consommation de combustible.

Le minerai de Chamoison est compacte, d'un gris foncé verdâtre; sa cassure est inégale, quelquefois grenue et presque terreuse: on y distingue çà et là des lamelles de chaux carbonatée limpide. Une pointe d'acier le raye aisément, cependant il est assez dur: sa poussière est d'un

Tome V, 3<sup>e</sup>. livr.

C c

gris verdâtre clair. Il exerce une action très-forte sur le barreau aimanté, mais moindre cependant que celle du fer oxidulé de Suède. Sa pesanteur spécifique varie de 3,0 à 3,4.

Lorsqu'on le calcine en vases clos, on recueille de l'eau, il prend une teinte noire plus foncée, et il acquiert une force magnétique plus grande que celle qu'il avait avant d'avoir été chauffé : quand, au contraire, on le calcine dans un creuset ouvert, après l'avoir réduit en poudre, il devient d'un rouge d'ocre, et il éprouve une moindre perte qu'en vases clos, ce qui prouve qu'il absorbe de l'oxygène.

Les acides l'attaquent avec effervescence. L'effervescence est due au calcaire dont il est mélangé. Il reste une gelée, ou plutôt une matière visqueuse, légère et noirâtre, qui devient grise en se séchant, et se colore légèrement en rouge par la calcination. Cette matière est de la silice à-peu-près pure, colorée par une substance combustible. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique, agissent très-promptement sur ce minerai, même à froid (l'acide nitrique produit un dégagement abondant de gaz nitreux); mais l'acide acétique, qui l'attaque aussi, ne peut le décomposer complètement qu'à l'aide de l'ébullition.

L'analyse complète a produit :

Perte par calcination à l'air libre.	0,162
Peroxyde de fer.	0,560
Silice.	0,120
Alumine.	0,066
Chaux.	0,080
Magnésie.	0,006
Oxyde de manganèse.	trace.

0,994

Ce résultat a été vérifié par la voie sèche ; en

effet, 15<sup>s</sup> de minerai ayant été fondus sans addition au creuset brasqué, ont donné 5<sup>s</sup>,86 de fonte (0,39), et une scorie grise, transparente et vitreuse, pesant 4,17 (0,278).

M. Gueymard avait trouvé par son analyse :

Substances volatiles.	0,1500
Peroxyde de fer.	0,6250
Silice.	0,1450
Alumine.	0,0800
Chaux.	0,0575

1,0175

La comparaison de ces deux analyses prouve que la chaux et la magnésie ne se trouvent qu'accidentellement dans le minerai de Chamoison; et il n'y a nul doute qu'elles n'y soient à l'état de carbonate. Comme, d'ailleurs, il est certain que le fer n'est qu'au *minimum* d'oxidation, les résultats précédens se changent en ceux-ci :

Protoxyde de fer.	0,505
Silice.	0,120
Alumine.	0,066
Eau et bitume.	0,147
Carbonate de chaux.	0,144
Carbonate de magnésie.	0,012

0,994

qui donnent, abstraction du mélange :

Protoxyde de fer.	0,605	contenant Oxygène.	0,1370	....	4
Alumine.	0,078		0,0564	....	1
Silice.	0,143		0,0720	....	2
Eau.	0,174		0,1550	au plus	4

0,994

On ne peut pas supposer que dans ce minéral le fer soit simplement mélangé à l'état de deutoxyde semblable au fer magnétique de Suède; car alors ce métal ne serait que difficilement attaqué par les acides forts, et il ne le serait pas du tout par l'acide acétique, et la pierre ne se-

Ce 2



rait pas verte ; on ne peut pas admettre non plus que la silice soit combinée à l'alumine à l'état d'argile ; car, dans ce cas, les acides dissoudraient le fer sans agir sensiblement sur l'argile, tandis que la matière qu'ils laissent insoluble est de la silice à-peu-près pure ; d'ailleurs, il faudrait supposer alors que le minéral est un mélange d'argile et d'hydrate de protoxide de fer : or, tout porte à croire que cet hydrate est trop altérable pour pouvoir exister hors de toute combinaison. Il faut donc que le protoxide de fer, l'alumine, la silice et l'eau, forment entre eux une combinaison unique. D'après la quantité d'oxygène contenu dans chacune de ces substances, on voit que le minéral de Chamaison peut être considéré comme formé de sous-silicate de fer, de sous-silicate d'alumine et d'eau.

Cette composition n'a pas encore été observée ; elle constitue, par conséquent, une espèce nouvelle. Comme cette espèce ne peut être désignée par un nom chimique à-la-fois précis et court, je propose de l'appeler *chamoisite*, du nom du lieu où elle a été trouvée.

L'élément principal de l'espèce, est un sous-silicate de fer hydraté, dans lequel la base contient quatre fois autant d'oxygène que l'acide. C'est à ce grand excès de base que le *chamoisite* doit la propriété qu'il a d'être très-fortement magnétique. Les silicates de fer sont très-communs dans les pierres, et notamment dans les minéraux divers qui sont confondus sous le nom de chlorite ; mais ils ne sont pas tous magnétiques et attaquables par les acides, il faut pour cela qu'ils renferment une certaine proportion d'oxide ; les sur-silicates sont en général inattaquables, etc.

---

## NOTE

SUR

### DES WEISSTEINS VARIOLEUX

OU VARIOLITES,

OBSERVÉS DANS LE LIT DE L'INN ;

PAR M. CHIERICI.

---

PARMI les roches nombreuses provenant sans doute des Alpes tyroliennes, et qui sont charriées par la rivière de l'Inn ; M. le professeur Chierici a recueilli dernièrement, aux environs de Braunau en Bavière, plusieurs échantillons intéressans, au sujet desquels il a adressé une courte notice aux rédacteurs des *Annales*.

Les plus remarquables de ces échantillons sont une série de variétés qui présentent toutes les nuances intermédiaires entre la roche nommée *Weisstein*, par les minéralogistes allemands (Leptinite ou Eurite schistoïde des minéralogistes français), et celle qui est connue depuis long-temps en France sous le nom de *variolite de la Durance*. En examinant un grand nombre de ces échantillons, dit M. Chierici, il m'a été facile de reconnaître que les taches orbiculaires

dont ils sont parsemés, n'étaient autre chose, dans l'origine, que des grenats arrondis, régulièrement disséminés dans une pâte feldspathique semi-compacte. Par une altération ou une décomposition plus ou moins avancée, ajoute-t-il, le grenat noircit, perd la plupart de ses caractères, et finit par ne laisser d'autres traces de son existence que de petites taches noirâtres, produites probablement par l'oxide de fer qui lui servait de substance colorante. Dans d'autres échantillons, la décomposition du grenat étant plus complète encore, les petites taches noires deviennent blanchâtres, tandis que la masse feldspathique passe du gris sale au vert grisâtre plus ou moins foncé, et le tout devient alors entièrement semblable aux roches connues sous le nom de *variolite de la Durance*, lesquelles sont indiquées par un grand nombre de minéralogistes comme appartenant à une variété de *grünstein* avec noyaux de feldspath compacte. Mais M. Chierici assure qu'il n'a jamais pu y reconnaître la moindre trace d'amphibole dans la masse, ni de feldspath compacte dans les noyaux.

Déterminé par ces observations, M. Chierici pense que les roches connues sous le nom de *variolite de la Durance*, ainsi que les roches analogues qu'il a recueillies près de Braunau, doivent être rapportées au *Weisstein* de Werner, et constituer une variété à laquelle il donne le nom de *Weisstein varioleux*.

A l'appui de cette idée M. Chierici a joint à sa notice la description de six échantillons choisis comme types des diverses modifications, altérations ou passages que cette roche présente :

N<sup>o</sup>. 1. Pâte de feldspath semi-compacte, d'un blanc, sale, à texture non schisteuse, avec grenats granulaires souvent de la grosseur d'une grosse lentille, d'un rouge de cerise vif ou tirant sur le bleuâtre, régulièrement disséminés dans la masse feldspathique.

N<sup>o</sup>. 2. Pâte de feldspath semi-compacte, d'un gris blanchâtre ou légèrement verdâtre, avec grenats disséminés, d'un rouge de cerise à l'intérieur et noirâtre près de leur surface.

N<sup>o</sup>. 3. Pâte de feldspath semi-compacte, d'un gris verdâtre, avec grenats noirâtres au centre desquels on observe seulement encore un petit point rouge.

N<sup>o</sup>. 4. Pâte de feldspath semi-compacte, d'un vert grisâtre, parsemé de grenats décomposés qui ne se présentent plus que comme des taches noirâtres tout-à-fait méconnaissables.

N<sup>o</sup>. 5. Echantillons dans lesquels la pâte feldspathique d'un vert grisâtre a été usée par le roulement, de manière que les grenats, noirs et entièrement décomposés, forment à sa surface des protubérances plus ou moins saillantes en dehors.

N<sup>o</sup>. 6. Véritables *variolites*, dans l'acception donnée à ce mot jusqu'à présent. La masse feldspathique d'un vert grisâtre renferme des taches orbiculaires blanchâtres régulièrement disséminées, lesquelles tiennent la place du grenat dont tous les caractères ont entièrement disparu. Cependant, M. Chierici ayant fait tailler, en plaques polies, plusieurs échantillons de ces roches, a observé, au centre de quelques-unes des taches blanchâtres, un très-petit point rouge qu'il a

reconnu, à la loupe, pour être le noyau d'un grenat; ce qui lui semble pouvoir servir à prouver complètement la justesse du rapprochement auquel il a été conduit par l'examen des numéros précédens.

La rivière de l'Inn charrie aussi une grande quantité de roches diallagiques qui comprennent différentes variétés d'euphotide (*gabbro* de M. de Buch), ainsi que la roche de serpentine et diallage nommée *schillerstein* par Werner.

---

## NOTICE

SUR LES

### EAUX MINÉRALES ET THERMALES

DE VICHY

(DÉPARTEMENT DE L'ALLIER);

PAR MM. P. BERTHIER ET C. PUVIS,

Ingénieurs au Corps royal des Mines.

---

Nous nous proposons, dans cette notice, de donner une description succincte de l'établissement thermal de Vichy, de présenter quelques observations sur les diverses sources et sur leur origine, et d'exposer les résultats de l'analyse des eaux considérées spécialement dans leurs principes salins. L'importance de ces eaux a commencé à attirer notre attention, en 1814 et 1815, lorsque nous nous sommes trouvés chargés ensemble du service du département de l'Allier. Quoiqu'elles ne fussent pas dans nos attributions, nous les avons étudiées sous tous les rapports, nous les avons analysées, et les résultats que nous avons obtenus, confirmés à diverses reprises, nous ont conduits à un projet d'établissement, qui aurait pour but l'exploita-

tion de la portion inutile au service sanitaire, pour en extraire la soude.

**Importance.** Parmi les nombreuses sources d'eaux minérales répandues dans le royaume, on doit placer au premier rang celles de Vichy. Leur situation au milieu de la belle vallée de l'Allier, à l'entrée de la riche Limagne, et presque au pied des montagnes pittoresques de l'Auvergne; leur proximité des grandes routes; la proportion des principes minéraux qu'elles renferment, proportion qui est telle qu'aucune eau minérale du royaume ne leur est comparable sous ce rapport; enfin, la manière dont elles sont administrées et les nombreuses guérisons qu'elles opèrent, tout concourt à leur renommée, qui s'accroît tous les jours.

**Historique.** Des traces de constructions antiques semblent attester que les eaux de Vichy ont été connues des Romains, et l'on ne peut guère douter que depuis elles n'aient été constamment fréquentées. Néanmoins, il paraît qu'elles n'ont commencé à avoir une grande célébrité que depuis le voyage qu'y firent Mesdames de France, en 1785. C'est de cette époque que date la construction du bâtiment actuel. M. Janson, architecte chargé des travaux, vint à bout, avec beaucoup de peines et de soins, de captiver les eaux de la plus volumineuse des sources, celle du Puits carré; et c'est depuis ce temps que cette source, auparavant peu employée, a été consacrée exclusivement au service des douches et des bains, à la place de la source de la grande Grille, qui était insuffisante pour cet objet.

Le bâtiment thermal actuel présente une fort belle galerie; mais les bains et les douches, très-

resserrés et en très-petit nombre, sont loin de répondre au reste des constructions et de satisfaire aux besoins.

Les eaux minérales de Vichy, immense richesse sanitaire, sont en même temps une source de prospérité pour le pays, où elles attirent tous les ans, du 15 mai au 15 octobre, cinq à six cents malades ou curieux qui y répandent, en échange de la santé et des agrémens qu'ils y trouvent, plus de 150,000 francs de numéraire.

Il n'entré pas dans notre objet de discuter ici les effets divers de ces eaux dans l'emploi médical; nous ne saurions traiter cette matière, qui est du domaine des gens de l'art; et d'ailleurs les résultats de nos analyses seraient insuffisans pour cela, car ils donnent pour toutes une composition saline uniforme, et nous ne nous sommes point occupés de l'examen des substances gazeuses que l'eau des diverses sources renferme dans des proportions, à ce qu'il paraît, fort différentes; cet examen n'aurait pu se faire que par un travail *ad hoc*, entrepris sur les lieux mêmes, avec des instrumens que nous n'avions pas à notre disposition. Nous ne pouvons que nous incliner devant les miracles de guérison dont sont témoins tous ceux qui fréquentent Vichy, et applaudir aux talens et au zèle qui secondent si puissamment l'effet des eaux. M. Lucas, inspecteur de ces eaux et médecin de MADAME, DUCHESSE D'ANGOULÊME, rassemble et combine, depuis plusieurs années, une multitude d'observations précieuses, qui jetteront sûrement un grand jour sur ce sujet, et qui doivent servir de base à un ouvrage dont on ne saurait trop désirer la prompte publication.

Propriétés  
médicinales.

Nombre  
des sources.

On compte à Vichy sept sources distinctes, distribuées sur un développement d'un demi-quart de lieue. Trois sont renfermées dans le bâtiment Thermal, ce sont celles : 1°. de la grande Grille ; 2°. du petit puits Chomel ; 3°. du Puits carré. La quatrième, dite *source de l'Hôpital*, se trouve à côté de cet établissement qu'elle alimente ; la cinquième, dite *des Célestins*, au-delà de la petite ville de Vichy, est un peu plus éloignée au sud-ouest, et les deux autres, appelées la sixième *source Sornin* et la septième *source des Acacias*, sont situées sur le bord de la route de Cusset, à son entrée dans le hameau des hains.

Ces sources diffèrent beaucoup entre elles en volume et en température ; mais chacune d'elles conserve toujours une température et un volume constans ; au moins les variations, s'il en existe, sont très-lentes, et indépendantes des agens extérieurs, des saisons, des pluies et des sécheresses.

Tempéra-  
ture.

La température des sources de Vichy, observée le 3 juin 1820, s'est trouvée de :

38° 1/2 centigrade pour la source de la Grande Grille.

40° — — pour celle du Puits Chomel.

45° — — pour celle du Puits Carré.

53° — — pour celle de l'Hôpital.

On n'a point pris la température des autres sources, parce que, en raison de leur petit volume, cette température ne pouvait être dans aucun rapport avec celle de leur foyer ; ainsi, l'eau de la source des Célestins n'est que tiède, parce qu'elle a un très-petit volume.

Des expériences anciennes indiquent, pour la température de la source du Puits carré, 50°

centigrades. Mais ces expériences sont, nous croyons, antérieures aux réparations qui ont été faites à la source, réparations qui ont élevé les eaux d'un mètre au moins au-dessus de leur ancien niveau, et les maintiennent soulevées dans un réservoir où elles doivent se refroidir sensiblement.

Le volume des différentes sources est à-peu- Volume.  
près ainsi qu'il suit pour vingt-quatre heures :

	mètres cubes.
1°. Source de la grande Grille. . .	15,50
2°. — du petit Puits Chomel. . .	2,50
3°. — du Puits Carré. . . . .	172,00
4°. — de l'Hôpital. . . . .	56,00 (1)
5°. — des Célestins, moins de. . .	0,50
6°. — Sornin. . . . .	6,50
7°. — des Acacias. . . . .	6,50
TOTAL. . . . .	259,50

Les eaux de ces diverses sources jaillissent en Propriétés.  
bouillonnant dans les puits qui les renferment, elles entraînent avec elles un volume plus ou moins considérable de gaz acide carbonique. Celle qui, en proportion de sa masse, en fournit

(1) Ce volume est le résultat d'un jaugeage fait depuis que les eaux sont recueillies dans un grand bassin en lave de Volvic, et relevées ainsi d'un mètre au moins au-dessus de leur ancien niveau. Un jaugeage, fait avant la construction du bassin, avait donné un résultat plus considérable. Ne pourrait-il pas se faire qu'en soulevant les eaux à un niveau plus élevé d'un mètre, on en ait perdu une partie en leur ouvrant, par une trop forte charge, de nouvelles issues dans le réservoir ?

le plus, est la source de la grande Grille, qui, dans un temps ordinaire, en dégage 28 à 30 mètres cubes, c'est-à-dire, un volume presque double de celui de l'eau, sans compter le gaz qui reste en dissolution. Dans les temps d'orage le dégagement est plus considérable.

Elles enduisent le sol sur lequel elles coulent d'une incrustation calcaire concrétionnée et légèrement ocracée. Lorsqu'elles s'élèvent par voie capillaire dans les murailles, elles recouvrent celles-ci d'efflorescences salines qui sont fortement alcalines. Aussitôt qu'on les soumet à une température plus élevée que la leur propre, elles pétillent en abandonnant du gaz acide carbonique, elles se troublent et laissent déposer tous les sels terreux qu'elles contenaient. Elles n'ont point d'odeur bien marquée, et leur saveur, sensiblement alcaline, n'a pourtant rien de désagréable. Elles rougissent légèrement la teinture bleue du tournesol.

Analyses.

Nous avons analysé, avec le plus grand soin, l'eau de chacune des sept sources. Les résultats que nous avons obtenus diffèrent si peu les uns des autres, qu'il nous paraît impossible que la composition saline de ces sources ne soit pas identique. Voici ces résultats, quant à la proportion des sels alcalins privés d'eau par la calcination:

1000g.	d'eau de la source de la grande Grille	ont produit 4g.,65 de sels alcalins.	= 0,00465
936	d'eau de la source du Puits Chomel	ont produit 4g.,33 de sels alcalins.	= 0,00462
1000	d'eau de la source du Puits Carré ont	produit 4g.,62 de sels alcalins. . .	= 0,00462
	15250	de la même eau ont produit 71g.,4	de sels alcalins. . . . . = 0,00468
20500	de la même eau ont produit 97g. de	sels alcalins. . . . .	= 0,00473
1000	d'eau de la source de l'Hôpital ont	produit 4g.,65 de sels alcalins. .	= 0,00465
975	d'eau de la source des Célestins ont	produit 4g.,50 de sels alcalins. .	= 0,00461
1025	de l'eau de la source Sornin ont pro-	duit 4g.,79 de sels alcalins. . .	= 0,00468
1000	d'eau de la source des Acacias ont	produit 4g.,65 de sels alcalins. .	= 0,00465
La proportion moyenne est donc de . . . .			0,00465

Nous n'entrerons point dans le détail de toutes les opérations que nous avons faites; nous rapporterons seulement celle de ces opérations dont le résultat nous paraît s'approcher le plus de la vérité.

15250<sup>g.</sup> d'eau de la source du Puits Carré, ayant été rapprochés au vingtième de leur volume, ont donné un dépôt de sels terreux pesant 5<sup>g.</sup>,81 = 0,000381. Ce dépôt s'est trouvé composé de: Matières insolubles.

Carbonate de chaux. . . . .	4,51
Carbonate de magnésie. . . . .	0,70
Silice gélatineuse. . . . .	0,70
Oxide de fer. . . . .	0,10
	<hr/>
	5,81

10<sup>es</sup> des sels alcalins, privés d'eau par la calcination à une chaleur rouge naissant, ont été saturés d'acide acétique; on a ajouté à la dissolution, après l'avoir fait bouillir, une quantité suffisante de nitrate de baryte pour en précipiter tout l'acide sulfurique, et on a eu 1<sup>es</sup> de sulfate de baryte, qui correspond à 0<sup>es</sup>,34 d'acide sulfurique et à 0<sup>es</sup>,60 de sulfate de soude. On y a versé ensuite du nitrate d'argent, pour doser l'acide muriatique; on a eu 2<sup>es</sup>,94 de muriate d'argent, qui correspondent à 0<sup>es</sup>,56 d'acide muriatique et à 1<sup>es</sup>,20 de muriate de soude. En retranchant des 10<sup>es</sup> la somme des poids du sulfate et du muriate de soude, il reste 8<sup>es</sup>,20, qui représentent la proportion du sous-carbonate de soude; parce que la partie alcaline des eaux minérales de Vichy ne renferme que ces trois sels. Nous nous en sommes assurés: 1<sup>o</sup>. en traitant 5<sup>es</sup> de cette matière alcaline par un excès d'acide sulfurique; nous avons reconnu que la quantité d'acide carbonique qui s'est dégagée était telle qu'elle devait résulter de la décomposition du sous-carbonate de soude, et que le sulfate alcalin qui a été le produit de l'opération, amené à l'état neutre par la calcination, contenait la proportion d'acide sulfurique qui convient au sulfate de soude; 2<sup>o</sup>. en traitant une dissolution très-concentrée de 10<sup>es</sup> de sels alcalins par un excès d'acide muriatique, et en ajoutant à la liqueur du muriate de platine; il ne s'est pas manifesté le moindre trouble; ce qui nous a convaincus de l'absence de la potasse.

Nous avons ajouté à 1000 grammes d'eau de la source du Puits Carré, de l'eau de chaux en excès; nous avons renfermé le mélange dans un

flacon bien bouché, pour laisser, déposer le précipité de carbonate de chaux, etc., qui s'est formé; nous avons décanté et nous avons recueilli ce précipité. Après avoir été complètement desséché, il a pesé 9<sup>es</sup>; il s'est réduit à 5<sup>es</sup> par une très-forte calcination; il contenait donc 4<sup>es</sup> d'acide carbonique. Les 5<sup>es</sup>, produit de la calcination, ont été dissous dans l'acide muriatique; la dissolution rapprochée n'a pas donné de gelée de silice: il paraît, d'après cela, que cette substance, dont les eaux contiennent cependant une quantité notable, a été retenue en dissolution par la soude que l'addition de l'eau de chaux avait amenée à l'état caustique. L'eau de chaux a formé, dans la dissolution muriatique, un précipité composé de 0<sup>es</sup>,05 de magnésie et 0,02 d'oxide de fer; ces substances provenaient de l'eau minérale.

En rapprochant les divers résultats que nous venons d'exposer, on trouve que l'eau du Puits Carré contient:

Acide carbonique. . . . .	0,004000
Acide muriatique. . . . .	0,000200
Acide sulfurique. . . . .	0,000457
Soude. . . . .	0,002706
Chaux. . . . .	0,000159
Magnésie. . . . .	0,000022
Silice. . . . .	0,000045
Tritoxide de fer. . . . .	0,000006
	<hr/>
	0,007355

Les acides carbonique, muriatique et sulfurique, forment, avec la soude, la chaux et la magnésie, des combinaisons salines qui sont simplement mélangées dans les eaux. L'ordre de ces

combinaisons ne peut donner lieu à aucune discussion, et il est évident que comme l'acide carbonique est en excès, l'eau doit contenir la soude à l'état de saturation complète par cet acide, c'est-à-dire, à l'état de bi-carbonate. D'après cela, la véritable composition de l'eau doit être celle-ci :

Composi- tion.	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Acide carbonique libre. . . . .	0,000741	0,000741
Bi-carbonate de soude. . . . .	0,005340	0,005900(1) } 0,007158
Muriate de soude. . . . .	0,000558	
Sulfate de soude. . . . .	0,000279	
Carbonate de chaux. . . . .	0,000285	
Carbonate de magnésie. . . . .	0,000045	
Silice. . . . .	0,000045	0,000381
Tritoxide de fer. . . . .	0,000006	
	0,006558	0,007539

Si l'on supposait la soude à l'état de sous-carbonate, on aurait :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Acide carbonique libre. . . . .	0,000268	0,002268
Sous-carbonate de soude. . . . .	0,003813	0,010300 } 0,011558
Muriate de soude. . . . .	0,000558	
Sulfate de soude. . . . .	0,000279	
Carbonate de chaux. . . . .	0,000285	
Carbonate de magnésie. . . . .	0,000045	
Silice. . . . .	0,000045	0,000381
Tritoxide de fer. . . . .	0,000006	
	0,005051	0,011939

(1) En admettant, avec M. Berzélius, 0,1074 d'eau de cristallisation.

On voit que les sels alcalins que l'on extrairait de l'eau par évaporation spontanée, seraient composés de :

	Avec l'eau de cristallisation.	Abstraction de l'eau de cristallisation.
Bi-carbonate de soude. . . . .	0,824	0,866
Muriate de soude. . . . .	0,083	0,091
Sulfate de soude. . . . .	0,093	0,043
	1,000	1,000

Et que les mêmes sels, après que le bi-carbonate de soude aurait été changé en sous-carbonate, par la chaleur, seraient composés de :

	Avec l'eau de cristallisation.	Abstraction de l'eau de cristallisation.
Sous-carbonate de soude. . . . .	0,8897	0,82
Muriate de soude. . . . .	0,0513	0,12
Sulfate de soude. . . . .	0,0590	0,06
	1,0000	1,00

Cette dernière matière marquerait 82° à l'alcalimètre, c'est-à-dire autant que les meilleures des sodes artificielles que l'on trouve dans le commerce.

Nous avons dit que le volume d'eau que fournissent les sept sources réunies est, par vingt-quatre heures, de 259<sup>mc</sup>, ce qui donne, par année, 94,535<sup>mc</sup>, ou 94,535,000<sup>k</sup>. Or, l'eau laisse, par l'évaporation, 0,00465 de sels alcalins anhydres ou de soude à 82°; les sept sources pourraient donc produire annuellement 440,000<sup>k</sup> de cette soude. Une partie de l'eau des sources est employée au service sanitaire, et ne peut être détournée de cet emploi; il ne sera pas possible d'ex-



traire, la source que renferme le reste de l'eau, sans éprouver des pertes considérables; mais, si le Gouvernement nous y autorise, nous espérons pouvoir tirer de la partie de ces eaux qui est actuellement absolument perdue, et livrer annuellement à la société 200,000<sup>l</sup> de source appropriée aux divers besoins de l'industrie. Notre dessein est d'appliquer au traitement de ces eaux le procédé de la gradation, procédé que nos recherches et nos expériences nous ont mis en état de perfectionner.

Origine des sources.

La propriété qu'ont les eaux de Vichy, de jaillir au-dessus du sol, pourrait tenir à ce qu'elles sont alimentées par un suintement partant d'un niveau plus élevé, et situé dans les montagnes du voisinage; mais, si l'on considère que leur température, leur salure et leur volume ne varient jamais, on en conclura qu'elles sont étrangères aux phénomènes atmosphériques qui donnent naissance aux sources ordinaires, et on regardera comme beaucoup plus probable qu'elles sont soulevées d'une grande profondeur par la pression qu'exerce sur elles le gaz acide carbonique qui se développe lors de leur formation.

Mais, comment se forment ces eaux? de quel terrain, de quelle profondeur partent-elles?

On ne peut présenter sur ces questions que des solutions fort incertaines; elles s'éclaircissent néanmoins de quelques lumières fournies par l'observation.

Et d'abord la composition saline uniforme des eaux semble indiquer d'une manière péremptoire qu'elles ont une même origine: on ne peut objecter l'inégalité de proportions d'acide carbonique, parce que ces proportions dépendent

essentiellement de la disposition des issues de chaque source; on n'objectera pas davantage les différens degrés de température qui s'expliquent facilement par la différence de volume des sources, et par leur éloignement plus ou moins grand du réservoir principal.

Le dégagement considérable et constant d'acide carbonique, et la haute température des sources, font voir que les substances diverses qui entrent dans leur composition ne sont point préexistantes, mais résultent d'un travail continu, et qu'ainsi des recherches qui mèneraient jusqu'à l'origine des sources, n'y trouveraient probablement point une masse saline toute formée, mais des élémens qui, mis en présence dans les laboratoires souterrains, donnent lieu aux produits divers emportés par les eaux.

Le terrain générateur des eaux est inconnu. Les différens travaux exécutés sur les sources, soit aux Célestins, soit à l'Hôpital, soit aux Aca-cias, font voir, à la vérité, qu'elles surgissent à travers les fissures d'un rocher concrétionné, qui se montre à découvert près de la source des Célestins, et forme sur les bords de l'Allier le promontoire appelé le *rocher des Célestins*; mais ce terrain, au lieu d'être le terrain générateur des eaux, n'en est évidemment que le produit; c'est une immense concrétion résultant des dépôts successifs formés par les eaux minérales.

Il offre par-tout la contexture fibreuse des concrétions, et ressemble au dépôt que forment encore journellement les eaux sur le sol des cabinets des douches; il présente souvent une apparence de stratification; mais les veines ou les bancs qu'il forme varient brusquement d'un

Concrétions produites par les eaux.

point à un autre, soit en inclinaison, soit en direction. Cette disposition se conçoit si l'on remarque que les eaux génératrices changeant nécessairement de direction dans leur écoulement, par l'effet des dépôts successifs, glissant alors successivement sur des surfaces diversement dirigées et inclinées, ont dû former des systèmes de couches variant aussi en inclinaison et en direction.

La roche des Célestins, au reste, s'étend beaucoup plus loin que ne peut le faire juger son escarpement. On la retrouve au fond des caves de l'ancien couvent des Célestins. On la voit, comme nous l'avons dit, aux sources de l'Hôpital et des Acacias; et peut-être, à une certaine profondeur, sous le sol d'alluvion, forme-t-elle une masse solide sous la ville entière et les environs de Vichy.

Cette énorme masse concrétionnée annonce que les eaux minérales de Vichy coulent depuis un temps extrêmement long, or qu'à une époque reculée, leur volume était beaucoup plus considérable que celui qu'elles ont actuellement. Effectivement, les 94,000<sup>m</sup> qu'elles fournissent annuellement doivent produire un dépôt d'environ 15<sup>m</sup>; or, d'après cela, on trouve que, pour couvrir une surface de 500 mètres de longueur sur autant de largeur d'un dépôt de 1<sup>m</sup> seulement d'épaisseur, les sources emploieraient dans leur état actuel seize à dix-sept mille ans.

Il est à croire qu'à la longue l'effet même des dépôts que forment les eaux de Vichy, a été d'obstruer les issues par lesquelles elles s'écoulaient primitivement, de manière à les forcer à s'ouvrir de nouveaux passages, et à se dissémi-

ner ainsi successivement sur une grande étendue. Ainsi, la source des Célestins, première origine du rocher des Célestins, peut à peine former maintenant un léger enduit sur les surfaces avec lesquelles elle est en contact.

La preuve de la dissémination des eaux se trouve dans la nature même du sol qui forme les jardins de Vichy. Ce terrain, disent les habitants, est *minéralisé* au point d'être, en quelques endroits, frappé de stérilité; l'eau des puits en est également altérée au point de n'être pas potable. Cela doit tenir à ce que de nombreuses sources minérales, répandues sous ce terrain, trop peu volumineuses pour le percer entièrement et jaillir à la surface du sol, le pénètrent et l'imprègnent continuellement de parties salines.

Il semble, d'après cela, que l'on serait fondé à craindre des changemens dans les sources actuelles, qui, à la longue, pourraient aussi s'obstruer, diminuer de volume et disparaître; mais cet effet, dans tous les cas, n'aurait lieu qu'au bout d'un temps très-long, et il est de plus à croire que la disposition des sources, renfermées comme elles le sont dans des puits, les met à l'abri de cet inconvénient. Les eaux, en effet, ne forment pas d'incrustations dans les puits; elles n'en forment même presque pas dans les tuyaux de conduite, lorsqu'elles les remplissent entièrement, et que l'air ne peut y avoir accès; les sels terreux ne commencent à se déposer que lorsque, par l'effet d'une diminution de pression ou d'un abaissement de température, le gaz acide carbonique, à la faveur duquel ils étaient tenus en dissolution, se dégage. Les seuls dépôts

qui se forment dans les puits sont des dépôts sans consistance, dont on se débarrasse aisément par le simple curage. Il n'en serait pas de même si les sources, entièrement à découvert, versaient l'eau par-dessus leurs bords; nul doute qu'à la longue, elles ne formassent alors des masses d'incrustations plus ou moins considérables, qui pourraient finir par fermer les issues. On peut donc regarder les puits comme des conditions conservatrices des sources.

Constitu-  
tion géolo-  
gique de la  
contrée.

Le grand bassin de l'Allier a été rempli, depuis Brioude jusqu'au-dessous de Moulins, par un terrain tertiaire, qui se présente en bancs horizontaux, et qui est principalement composé d'un calcaire compacte ou oolithique, dans lequel on observe une multitude de coquilles d'eau douce et de coquilles terrestres.

Ce terrain a pénétré dans un grand nombre de vallées adjacentes. Dans la Limagne, il a été recouvert par des coulées de laves et par des tufs volcaniques, dont on voit encore d'immenses lambeaux. Depuis Gannat jusqu'à Moulins, il supporte un dépôt d'anciennes alluvions fort remarquable, en ce que, maintenant que le terrain calcaire a été coupé et morcelé par les eaux de l'Allier et des rivières affluentes, ce dépôt se trouve par-tout, sur les plateaux ou sur le sommet des collines, à une assez grande hauteur au-dessus du niveau actuel du fond de la vallée (1).

(1) Ce dépôt d'alluvions consiste principalement en sables et cailloux de quartz de toutes grosseurs. Il couvre la plaine qui sépare l'Allier de la Loire entre Saint-Gérard le Puy, Digoin, Bourbon-Lancy, Decize et Saint-Pierre le Moutiers. Son existence prouve incontestablement que dans un temps le bassin de l'Allier a formé un lac immense, dont la

Quoique les eaux minérales de Vichy traversent le calcaire tertiaire, ce calcaire n'est certainement pas le terrain générateur de ces eaux; il est peu épais, et ne s'enfoncé par conséquent qu'à une petite profondeur; il a ses sources connues, qui sont toutes des sources d'eau douce; il ne renferme aucune substance alcaline analogue à celles que contiennent les eaux minérales. Enfin, l'on sait qu'un grand nombre de sources analogues à celles de Vichy, et qui, comme elles, renferment une quantité notable de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie, par exemple, celles de Néris, celles de

Terrain  
générateur  
des eaux.

largeur était sur-tout fort considérable à la hauteur de Moulins. La Haute-Loire et le Haut-Allier y versaient en même temps leurs eaux, l'une vers Digoin et l'autre à Viel-Brioude. Ce lac était barré, à sa partie inférieure, par le massif de calcaire ancien qui existe entre Magny et Nevers: dans la suite, ce massif a été entamé en deux endroits par lesquels s'est établi le cours actuel de l'Allier et de la Loire jusqu'auprès de Nevers. Le niveau des eaux ayant successivement baissé, les deux rivières se sont totalement séparées; la plaine qui se trouve entre Bourbon-Lancy et Moulins s'est découverte; sur les bords du lit actuel de l'Allier, le terrain qui formait le fond du lac a été creusé et morcelé en collines, et les alluvions sont restées sur le sommet de ces collines comme des témoins irrécusables de l'existence du lac. C'est sur-tout auprès de la ville de Saint-Pourçain que cet état de choses se présente de la manière la plus curieuse; la route de Moulins à Clermont, qui longe le flanc de la vallée à mi-côte, est toute couverte de cailloux roulés jusqu'à une grande distance vers Moulins et vers Gannat; lorsqu'on descend dans la vallée, on se trouve entre des coteaux calcaires très-fertiles, et lorsqu'on gravit sur le sommet des collines, on est tout étonné de n'y voir que des cailloux comme sur le fond d'une rivière. L'étonnement cesse lorsqu'on remarque que le sommet de toutes ces collines et le sol de la grande route se trouvent exactement au même niveau, etc.

Chaudes-Aygues, etc., sortent de roches primitives ou fort anciennes, et sont à une grande distance de toute formation calcaire.

C'est donc sous le calcaire qu'il faut chercher le terrain générateur des eaux de Vichy. Or, ce calcaire repose sur le terrain houiller ou sur des gneiss et autres roches primitives. Le terrain houiller n'occupe, çà et là, que des espaces très-circonscrits; presque par-tout ce sont les roches primitives qui font la base du sol; elles sont à découvert à peu de distance de Vichy et sur les bords du bassin de l'Allier: il est évident que ce bassin a été entièrement creusé dans un plateau primitif qui se lie à celui de l'Auvergne, du Forez, etc.

On peut donc conclure, avec quelque fondement, des diverses observations que nous venons de présenter, que les sources thermales de Vichy partent toutes d'un centre commun, situé à une profondeur considérable dans les roches primitives, peut-être au-dessous de celles de ces roches que nous connaissons; qu'elles sont le résultat d'une élaboration continue et successive qui s'opère entre divers agens contenus dans les laboratoires souterrains; et que, sans aucun doute, elles ont formé, à des époques reculées, l'énorme masse de terrain concrétionné qui montre sa tête sous l'ancien couvent des Célestins.

Dans un moment où la sollicitude du Gouvernement se manifestait au Mont-Dore, à Néris, etc., par de superbes constructions, les eaux de Vichy, dont on connaît toute l'importance, ne pouvaient rester dans l'oubli. Un projet d'édifice thermal, présenté par M. Beauvais, architecte estimable de Cusset, est approuvé, et sera incessamment

Embellissemens et nouvel établissement thermal projetés.

mis à exécution. Cet édifice, projeté sur un plan vaste et régulier, doit coûter, d'après l'estimation faite, 380,000 francs. Il se rattachera à la galerie existante par des galeries nouvelles; il offrira, sur un développement considérable, des cabinets de douche et de bains nombreux et commodes, et, par d'heureuses dispositions, présentera un système d'appartemens consacrés aux délassemens et aux divertissemens qui, dans de pareilles situations, concourent si efficacement au bon effet des eaux.

D'une autre part, les habitans de Vichy suivent cette impulsion dans les améliorations, en construisant de nouveaux hôtels où les buveurs trouvent actuellement des logemens propres, commodes, et souvent élégans.

Ainsi s'accroissent, de jour en jour, les agrémens de Vichy. Des sites charmans, des promenades fraîches et variées sur les bords du Sichon, un jardin magnifique et des plantations sur toutes les avenues des bains, en font déjà un séjour enchanteur.

Ces travaux d'embellissemens, auxquels on ajoute tous les jours, sont dus en grande partie au zèle constant de M. Lucas, médecin des eaux, par qui tout se meut à Vichy. Cette utile influence, justement acquise par de grands talens, une connaissance approfondie des eaux, l'amabilité et les soins dévoués et assidus qui entrent au moins pour moitié dans la guérison des malades, est puissamment secondée par M. Fumeron d'Ardeuil, préfet de l'Allier, qui a pour premier but de son administration la prospérité de son département.

Qu'il nous soit permis, en terminant cette no-

tice, de joindre ici l'hommage de notre reconnaissance particulière pour le vif intérêt que porte ce magistrat à l'entreprise que nous avons projetée, et pour la recommandation pressante dont il l'a soutenue; recommandation qui, jointe à l'avis favorable de M. Lucas, ne peut laisser le Gouvernement indécis sur une demande que nous appuyons d'ailleurs sur des droits positifs.

Ainsi, nous l'espérons, bientôt, en mettant à profit la partie des eaux de Vichy qui se perd dans l'Allier, nous trouverons les moyens d'élever une grande fabrique de soude où se développeront, sur une vaste échelle, des procédés d'art curieux et inusités, et, par-là, nous ajouterons nous-mêmes aux agrémens du séjour de Vichy, par le spectacle intéressant d'une activité nouvelle et d'une industrie créatrice,

---



---

## EXTRAIT

*D'un rapport fait à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, au nom du Comité des Arts Mécaniques, sur les Lames damassées de M. Degrand-Gurgey, de Marseille; par M. Héricart de Thury, ingénieur en chef au Corps royal des Mines.*

---

La fabrication des lames de Damas est un secret que les Orientaux ont enveloppé des plus impénétrables voiles du mystère. Les Européens ont vainement tenté, pendant long-temps, de découvrir leurs procédés, et, après bien des efforts, ils ont été obligés de s'astreindre à tirer de l'Orient toutes leurs lames damassées.

Ces lames viennent aujourd'hui de la Perse. Les plus estimées étaient anciennement celles de la ville de Damas, dont elles ont toutes emprunté le nom. Il y a lieu de présumer qu'elles étaient élastiques, comme le sont nos sabres européens; mais elles sont actuellement, la plupart, très-cassantes; aussi, les Orientaux recherchent-ils particulièrement les lames damassées élastiques, qu'ils regardent comme bien supérieures aux autres et provenant d'anciennes fabriques qui n'existent plus (1).

---

(1) On ignore où étaient situées ces célèbres fabriques

Le caractère distinctif ou essentiel des meilleurs Damas, outre leur élasticité à laquelle les Orientaux attachent un très-grand prix, est d'être couverts de veines noires et blanches très-fines, et d'une espèce de sablé noir et blanc qui disparaît au poli, mais qui reparait aussitôt, en passant une légère couche d'acide nitrique sur la surface. Ces veines et ce sablé noir et blanc prouvent que l'étoffe des Damas est composée de lames très-minces de fer et d'acier, de divers degrés d'acération, soudées les unes sur les autres (1), et que c'est à ce mélange que sont dues la finesse et la qualité du taillant, l'acier, sui-

qui ont si long-temps fourni tout l'Orient. On parle de celles de la Perse, et elles ne sont pas plus connues que celles de Damas. Le fait est que nous n'avons aucune donnée sur leurs procédés, et que nous sommes parvenus à imiter parfaitement leur fabrication sans en connaître les vrais moyens. Il serait cependant bien important de savoir quelle est la nature du minerai de fer employé, comment on le traite, et quels sont les secrets, ou plutôt quelle est la pratique de la fabrication des lames damassées orientales, puisque, malgré nos découvertes récentes, ces lames ont encore une certaine supériorité (peut-être ne se trouve-t-elle que dans les lames des anciennes fabriques) sur celles de nos meilleures manufactures. Que penser, en effet, des procédés des Orientaux, quand on songe au sabre admirable d'Ali, précieusement conservé dans le trésor d'Hispanhan, dont on ne le sort qu'une fois l'année, le dixième de la lune du mois de Moharâm, pour la grande procession de la représentation du massacre d'Ali et de ses enfans, victimes des fureurs d'Omar? Suivant les historiens, ce sabre est une lame d'acier de trente pieds de longueur sur un demi-pied de largeur, et qui n'a d'épaisseur qu'autant qu'il en faut pour soutenir cette longueur. L'homme le plus fort a bien de la peine à le porter.

(1) *Hassenfratz*. Sidérotechnie, tome IV, page 230.

vant ses divers degrés, s'usant plus ou moins profondément sur la meule, et le tranchant formant alors une dentelure imperceptible, plus favorable pour couper les corps mous.

Perret, coutelier de Paris, dont l'excellent mémoire sur l'acier fut couronné en 1779, par la Société des arts de Genève (1), paraît être le premier qui ait pénétré le secret des Orientaux, ou qui soit parvenu à imiter leurs lames de Damas.

Vandermonde, dans son *Traité des armes blanches*, publié en 1794, en décrivant les procédés usités à Klingenthal, a parlé de la fabrication des lames figurées. Mais celui qui a le mieux traité cette importante question, et qui a véritablement fait connaître, sinon le vrai procédé des Orientaux, du moins le moyen de fabriquer des lames absolument identiques pour la qualité, pour la dureté, pour la trempe et pour toutes les autres propriétés, comme pour les caractères extérieurs, est Clouet, l'un de nos plus célèbres métallurgistes, duquel disait Fourcroy : *La France devait une statue sur la place publique*, pour sa seule découverte des moyens de faire en grand l'acier fondu (2).

Depuis plusieurs années, différentes manufactures, en suivant les principes de Clouet, se sont livrées, avec plus ou moins de succès, à la fabrication des lames damassées; mais MM. Coulaux frères, de Klingenthal (3), qui

(1) *Perret*. Mémoire sur l'acier, page 95.

(2) *Journal des mines*, tome XV, page 421.

(3) Il y a déjà plusieurs années que MM. Coulaux frères fabriquent des Damas de première qualité, qui ne le cèdent

ont obtenu des médailles d'or aux expositions de 1806 et 1819, semblaient être les seuls réellement parvenus à faire des Damas absolument semblables aux anciennes lames figurées et élastiques, tant recherchées par les Orientaux, lorsque plusieurs armuriers, couteliers et aciéristes, sont venus présenter, à l'exposition du Louvre, des armes blanches damassées et des couteaux de Damas d'une très belle exécution, dont le Jury central a cru devoir faire une mention honorable.

Parmi ces fabricans, la Société d'Encouragement a remarqué M. Degrand-Gurgey, de Marseille, qui lui a adressé un assortiment de ses lames damassées (1), sur lesquelles M. Regnier a fait à la même Société, en juillet 1819, un rapport avantageux. Cependant, depuis son

en rien à ceux de l'Orient, et parmi lesquels on en trouve qui leur sont même supérieurs, puisque, outre leur plus grande élasticité, ils jouissent encore d'une telle dureté, que, suivant leur degré de trempe, ils sont susceptibles d'ébrécher ceux d'Egypte.

(1) Le rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française exposés au Louvre en 1819, porte, au chapitre XVII, armes, section II, armes blanches: *Madame Degrand-Gurgey, de Marseille, a présenté des armes blanches en Damas, d'une belle exécution. Il en est fait mention honorable.* Les commissaires de la Société ont été à portée d'examiner la lame Degrand qui était à l'exposition. A travers les lignes et dessins du damassé, on lisait très-distinctement l'inscription suivante: *PREMIER ESSAI D'UN ART NOUVEAU; D., N. G., 1819.* Cette inscription mérite d'autant plus d'être citée, qu'elle fait partie du damassé et qu'elle paraît être faite suivant les procédés de Clouet, si bien décrits par M. Hachette, dans les *Annales des Arts et Manufactures.*

premier envoi, M. Degrand ayant mis à profit les conseils qui lui ont été donnés, est parvenu, après de nouvelles recherches et bien des efforts, à apporter dans sa fabrication un mode plus simple et moins coûteux, par lequel il fabrique actuellement des lames qui ont l'avantage de réunir toutes les conditions exigées des meilleurs damas orientaux.

Les lames damassées de M. Degrand-Gurgey ont été examinées sous les différens rapports suivans :

La lame damassée qui a fait l'objet de l'examen de la Commission, est une lame courbe et évidée de sabre de cavalerie légère; elle a 0<sup>m</sup>,84 de longueur (31 pouc.); la soie a 0<sup>m</sup>,15 (5 pouc. et demi); la largeur, au talon, est de 0<sup>m</sup>,04 (18 lignes); la hauteur de celui-ci est de 0<sup>m</sup>,013 (6 lignes); le pan creux ou gouttière a 0<sup>m</sup>,03 (13 lignes) de largeur à sa naissance, et se termine à 0<sup>m</sup>,23 (8 pouces 6 lignes) de la pointe, laquelle a 0<sup>m</sup>,25 (9 pouces 3 lignes); celle-ci est courbe, fortement arquée et convexe sur son tranchant; elle a 0<sup>m</sup>,036 (16 lignes) dans la plus grande largeur de son plat; le dos de la pointe est droit, mais tranchant, comme dans les vrais damas; il remonte à 0<sup>m</sup>,027 (12 lig.) au moins au-dessus de la fin du pan creux; l'épaisseur du dos est de 0<sup>m</sup>,008 (3 lignes et demie) au talon; enfin, le biseau ou chanfrein est de 0<sup>m</sup>,007 (3 lignes), s'élargissant proportionnellement dans la pointe à mesure que la gouttière disparaît.

Cette lame pèse nue 62<sup>g</sup>,500 (20 onces), sa soie comprise, qui a 0<sup>m</sup>,148 de largeur.

La lame dont il s'agit est parfaitement fa-

Tome V. 3<sup>e</sup> livr.

E e

De la forme  
et des dimen-  
sions.

De la qua-

lité et de la  
trempe ou de  
la dureté.

briquée, et on n'y a aperçu, encore après bien des recherches, qu'une petite gerçure superficielle et transversale de 2 à 3 millimètres au plus, et par conséquent à peine sensible, au tiers supérieur de la saillie du chanfrein du côté gauche.

Lavée à l'acide nitrique à 36 degrés, et ensuite plongée dans cet acide étendu de neuf parties d'eau, et examinée scrupuleusement, après six heures d'immersion dans cette eau acidulée, elle a paru, aux Commissaires, être d'une égalité parfaite dans toutes ses parties, et faite d'étoffe d'acier et de fer nerveux aciéré et parfaitement corroyé.

L'essai comparatif de la dureté a été fait successivement et alternativement en frappant d'abord la lame de Degrand avec la lame d'épreuve, et ensuite celle-ci avec la première; chaque épreuve a été répétée deux fois, l'une à angle droit et perpendiculairement à la direction du tranchant, et l'autre sous un angle et une inclinaison de 45 degrés environ.

Dans ces essais, qui ont été faits avec le plus grand soin, la lame de M. Degrand s'est trouvée absolument semblable, pour la dureté et l'élasticité, à deux lames figurées qui ont été présentées aux Commissaires, sans pouvoir en indiquer l'origine, mais qu'au travail et à la monture ils n'ont pas hésité de juger orientales. Elles offraient le même degré de trempe et d'élasticité. Essayée contre une troisième, également jugée orientale et montée dans le genre asiatique, elle y est entrée de plus de 2 millim.; soit qu'elle ait frappé dessus, soit, au contraire, que cette lame l'ait frappée; mais elle a été entamée par

un vrai damas rapporté d'Egypte, et en a éprouvé deux brèches; cependant, dans l'essai comparatif de son action sur ce damas, elle l'a entamé, à son tour, de plus d'un millimètre.

Elle a été éprouvée par deux bonnes lames damassées de Klingenthal, mais elle en a ébréché une troisième.

Une lame damassée de Solingen lui a fait une brèche d'un millimètre, et, à son tour, elle lui en a fait une de 2 millimètres.

Elle a coupé plusieurs fois, sans en souffrir aucunement, soit qu'elle ait frappé, soit qu'elle l'ait été :

1°. Un sabre de grosse cavalerie, à 3 et 4 millimètres d'entaille;

2°. Une lame de cavalerie légère, à 2 millimètres;

3°. Une lame d'infanterie (briquet), à 5 millimètres;

4°. Un canon de fusil de munition, à 3 millimètres.

Pour réparer les brèches qui ont été faites aux diverses lames damassées, dans le cours des essais, on a employé comparativement les différentes limes de Raoul, de Bramah et de Musseau, première qualité. Celles de ce dernier, faites pour affûter les scies d'acier à la mécanique, ont mieux résisté que les autres, et ont fait connaître le degré de dureté relatif de chaque lame.

On a pu juger la qualité de l'étoffe et le degré de la trempe dans toute l'étendue de la lame de M. Degrand, avant et après l'essai à l'acide nitrique, en se servant des limes que M. Schey



fait faire à M. Musseau, pour travailler les aciers polis (1).

De l'élasticité.

Pour reconnaître le degré d'élasticité (2) de la lame de Degrand, elle a été piquée sur une planche en la tenant un peu inclinée, et on l'a poussée légèrement et par gradation; la courbure s'est faite également et successivement dans toute la hauteur de la lame, de l'un et l'autre côté, jusqu'à ce qu'elle ait donné un arc dont la flèche fût égale à la moitié de sa longueur. Après cet essai, répété plusieurs fois, la lame est redevenue parfaitement droite, et n'a présenté aucun indice de rupture.

L'épreuve du billot a été faite deux fois, et n'a découvert aucun autre défaut que la seule petite gerçure superficielle dont il a déjà été fait mention.

Du damassé.

Le damassé de la lame de M. Degrand est :  
1°. Dans le pan creux, une espèce de moiré ou de dessin à lignes fines contournées et pa-

(1) Les commissaires ayant à leur disposition un tronçon de damas portant plusieurs lignes de caractères orientaux, ils n'ont trouvé aucune lime, aucun burin, enfin aucun instrument d'acier capable de l'entamer. Toutes les limes ont blanchi dessus, et les burins se sont émoussés; on n'a pu essayer sa dureté qu'avec un éclat de silex pyromaque noir, mais de manière à ne pouvoir déterminer exactement son degré de dureté comparativement avec celle d'autres lames.

(2) L'élasticité ne paraît point être un caractère essentiel des vrais damas orientaux. Les commissaires en ont essayé plusieurs qui étaient à peine élastiques, et ils en ont même trouvé un, entre autres, qui ne l'était nullement, mais dont la trempée était supérieure à celle de toutes les autres lames soumises aux essais.

rallèles, formant des figures irrégulières et très-variées, se confondant entre elles ou entre de plus grandes lignes sinueuses et rubanées qui les enveloppent;

2°. Dans le dos on n'aperçoit que de légères lignes longues, fines et parallèles, sans damassé sensible;

3°. Enfin, le chanfrein ou biseau est rubané et également composé de lignes longues, fines et ondulées, qui vont quelquefois se perdre dans les dessins du bord du pan creux (1).

Pour déterminer le degré du son, on s'est servi : 1°. de la lame damassée que M. Degrand avait exposée au Louvre; 2°. d'une belle lame de Klingenthal; 3°. d'une lame orientale; dite *d'ancienne fabrique*; 4°. d'une autre lame orientale rapportée d'Egypte; 5°. d'un briquet d'infanterie à lame évidée; 6°. d'un autre briquet à lame plate; 7°. d'une lame de grosse cavalerie à une gouttière; 8°. enfin, d'une lame de cavalerie légère à une gouttière.

Toutes ces lames, démontées et entièrement nues, ont été fortement piquées ou plantées par leur soie à 25 centimètres de distance les

(1) M. Degrand-Gurgey ne s'est pas attaché au damasquinage des armes blanches seulement; il a fait beaucoup de recherches à cet égard, et il est parvenu à des résultats d'un intérêt d'autant plus grand, qu'ils pourront avoir un jour de nouvelles applications dans la fabrication des aciers; ainsi, les commissaires ont vu, entre autres objets de ses ateliers, un médaillon d'acier damassé ovale, de 34 millimètres de diamètre sur 28, avec l'effigie de Sa Majesté, composée de pièces d'abord distinctes ou séparées, et ensuite parfaitement assemblées, réunies et fondues dans le damassé du médaillon.

Du son.

unes des autres, dans une solive de 3 mètres de longueur, d'abord la pointe en haut et ensuite la pointe en bas, la solive étant portée sur deux appuis par ses extrémités.

Ces huit lames ont été successivement frappées, à plusieurs reprises, les unes après les autres, d'abord à la moitié de leur longueur, et ensuite au tiers le plus voisin du talon, avec une forte plume non taillée, d'un coup égal, déterminé par la même distance et par le même degré de cambrure de la plume.

D'après plusieurs essais réitérés avec le plus grand soin, on a classé ces huit lames, à raison de leur son aigu et de leur son grave, en deux séries, dans l'ordre suivant :

- Très-beau son aigu, brillant et argentin.
- 1°. Lame orientale, dite *d'ancienne fabrique de l'Orient*, mais sans désignation de localité;
  - 2°. Lame damassée de Klingenthal;
  - 3°. Lame damassée de M. Degrand-Gurgey, exposée au Louvre en 1819;
  - 4°. Lame damassée orientale rapportée d'Égypte;
- Son grave, mou et ferreux.
- 5°. Lame de cavalerie légère à une gouttière;
  - 6°. Lame de grosse cavalerie à une gouttière;
  - 7°. Lame de briquet d'infanterie évidée;
  - 8°. Briquet d'infanterie à lame plate (1).

(1) Les commissaires auraient désiré pouvoir comparer et déterminer jusqu'à quel point les lames damassées sont plus ou moins sonores, les Orientaux mettant un très-grand prix au son argentin de leurs damas; mais la difficulté de se procurer des lames non montées ne leur a pas permis de suivre, aussi loin qu'ils l'avaient projeté, des essais entrepris dans le but de chercher les moyens de répondre à M. Degrand-Gurgey qui leur écrivait de Marseille ce qui suit :

« Nous avons vu plusieurs belles lames de l'Orient; que,

Pour compléter l'examen de la lame figurée de M. Degrand, les Commissaires ont exposé, sous forme de *tableau comparatif*, les poids, les longueurs et les prix des différentes lames de sabre qu'on trouve dans le commerce ou dans les fabriques françaises.

Tableau de comparaison des lames de différentes fabriques.

Nos.	Destination ou désignation.	FORME ou ESPÈCES de LAMES.	Longueur.		POIDS DE LA LAME.		PRIX de la douzaine.
			m. mill.	p <sup>o</sup> .	neuveaux.	anciens.	
					gram.	onces.	
1.	Grosse cavalerie.	1°. Lame pleine.	0,975	36	50 à 60	» 17 à 19	» 48 à 52
		2°. <i>Id.</i> à une seule gouttière.	0,975	36	50 à 62,50	» 18 à 20	» 60 à 65
		3°. <i>Id.</i> à deux gout.	0,975	36	62 à 67,65	» 20 à 21 $\frac{1}{2}$	» 75 à 80
2.	Cavalerie légère.	1°. Lame à une seule gouttière.	0,866	32	50 à 54,35	» 16 à 17 $\frac{1}{2}$	» 65 à 70
		3. Briquet.	1°. Briquet d'infant.	0,596	22	53 à 57,80	» 17 à 18 $\frac{1}{4}$
4.	Lames figurées.	1°. Vraies lames de Damas.	0,596	22	49 à 60	» 15 à 19	» La rareté de ces lames est telle, que le prix en est souvent arbitraire.
		2°. Lame damassée, de Klingenthal.	0,950	35	» » »	» » »	» 100 à 110 f. et au-delà chaquelame.
		3°. <i>Id.</i> , de Solingen.	0,866	32	46 à 50	» 15 à 16 $\frac{1}{2}$	» 75 à 100 f. la lame.
		4°. <i>Idem</i> , de Degrand-Gurgey.	0,840	31	46 à 53	» 15 à 17	» 75 francs la lame.
						» 20 » »	

entre autres, qui a été tirée du trésor du Schah de Perse, et qui porte le nom d'un de ses prédécesseurs. Elle est extrêmement sonore; c'est un timbre argentin. Cette qualité serait-elle due à la nature, à l'alliage, ou au corroyage des matières qui composent la lame? ou bien la monture faci-

En terminant leur rapport, les Commissaires ont déclaré que la lame figurée que M. Degrand-Gurgey a présentée, peut et doit être assimilée aux meilleures lames de Damas et de Klingenthal, puisqu'elle réunit à-la-fois une parfaite élasticité, un corroyage sans défaut et une excellente trempe (1).

---

litérait-elle les vibrations? Quelle voie doit-on suivre pour obtenir, par une suite de recherches, cette beauté de son? Ma lame est-elle plus ou moins sonore que celles auxquelles elle a été comparée?»

(1) Sur la proposition de ses commissaires, la Société a décidé: 1°. de remercier M. Degrand de l'hommage qu'il lui a fait des prémices de sa fabrique; 2°. de lui décerner une médaille d'argent; 3°. de lui adresser copie du rapport de M. Héricart de Thury, en l'engageant à s'attacher à n'employer à l'avenir, dans sa fabrication, que des aciers français.

---

## EXTRAIT

*Du Rapport du Jury central sur les Produits de l'Industrie française exposés au Louvre en 1819 (1).*

---

LES produits de l'industrie française qui ont été exposés l'année dernière, ont fait l'objet de travaux et de recherches du plus grand intérêt. Plusieurs Commissions, formées par le Jury central, se sont appliquées à marquer les progrès des arts industriels depuis, et quelquefois même avant l'exposition de 1806. Sans se borner à un simple examen théorique des produits sur lesquels elles devaient prononcer, elles ont soumis à l'expérience ceux de ces produits qui ne pouvaient être bien appréciés que de cette manière.

Mais il fallait ensuite rédiger les décisions et les réunir dans un même rapport, qui, en faisant connaître les motifs des jugemens, présentât un tableau méthodique de l'ensemble des opé-

---

(1) Cette exposition, dont la capitale conservera long-temps le souvenir, est la cinquième que l'on ait vue en France. L'ordonnance royale du 13 janvier 1819 porte que d'autres expositions auront lieu à des époques dont les intervalles n'excéderont pas quatre années.

rations. Dire que ce travail, difficile et délicat ; a été confié aux soins éclairés de M. Costaz, c'est assez faire entendre qu'il a été exécuté d'une manière qui ne laisse rien à désirer.

Le rapport de M. Costaz forme un ouvrage de près de 500 pages. Il renferme un grand nombre de notices rédigées avec la plus grande impartialité, et dans lesquelles l'auteur s'est attaché à faire ressortir, avec une netteté remarquable, le mérite de chaque branche d'industrie. Nous avons pensé que nos lecteurs nous sauraient gré de leur faire connaître, par extrait, celles de ces notices qui peuvent intéresser l'art des mines. Cependant, nous passerons sous silence la partie de l'ouvrage de M. Costaz, qui concerne les objets relatifs à la métallurgie ; il serait inutile de nous y arrêter après le rapport, plein d'intérêt, dont M. Héron de Villefosse a bien voulu enrichir ce recueil (1).

#### *Arts et produits chimiques.*

Considérations générales

Les arts chimiques ont presque entièrement été créés en France, depuis l'époque où la science dont ils dépendent a pris les grands développemens dont la génération actuelle a été témoin. C'est entre les années 1780 et 1790 qu'ont eu lieu les travaux qui ont élevé cette science au rang des sciences exactes, en la pla-

(1) Voyez, *Annales des Mines*, t. V, p. 17, le Rapport fait au Jury central, sur les objets relatifs à la métallurgie, et augmenté de quelques annotations; par M. Héron de Villefosse, membre de ce Jury, etc.

çant sur des bases invariables, et en lui donnant une langue méthodique et régulière.

Avant cette époque, nous tirions presque entièrement de l'étranger les aluns si nécessaires aux teintures, les soudes indispensables pour les verreries et les savonneries, les sulfates de cuivre, les sulfates de fer, l'acide sulfurique, et une foule d'autres substances nécessaires aux arts, comme agens ou comme ingrédients. Aujourd'hui la France prépare tous ces objets en qualité supérieure, et dans une telle abondance, qu'elle pourrait en fournir aux autres nations.

Il serait hors de notre sujet de faire en détail l'énumération de tous les services que la chimie a rendus aux arts depuis trente ans. Nous devons nous restreindre à un intervalle de temps plus borné, celui qui s'est écoulé depuis l'exposition de 1806. Les progrès que les arts chimiques ont faits depuis cette époque sont très-remarquables.

La fabrication des acides et celle des sels ont pris de grands accroissemens. Il s'est établi, à cet égard, une concurrence dans toute l'étendue de la France. Les procédés se sont perfectionnés, et il y a eu une grande diminution dans le prix vénal des produits. On peut citer comme exemple de ce dernier avantage, l'acide sulfurique et la soude ; ces deux substances sont réduites à-peu-près au dixième de leur ancien prix.

Parmi les fabricans que le Jury a nommés, relativement aux arts et produits chimiques, on distingue MM. Chaptal fils, d'Arcet, Holker, Mollerat, Roard (ils ont obtenu des médailles

d'or); Berard, Bobée, Payén et Pluvinet (médaillles d'argent); Delpech, Jacob, Desmoulins (médaillles de bronze); Rouquès, Humblot-Conté (mentions honorables).

Soude.

Les procédés pour se procurer la soude par la décomposition du sel marin, sont dus à feu M. Leblanc: c'est lui qui a fait les premières tentatives en grand; mais il n'avait pas donné au fourneau à réverbère la forme la plus convenable; il n'obtenait que des résultats incomplets, et ne put parvenir à faire de ces procédés la base d'une industrie avantageuse. M. d'Arcet ayant remarqué que l'imperfection des résultats tenait à la forme des fourneaux, la modifia avec le plus grand succès. Depuis cette époque, la fabrication de la soude artificielle (c'est ainsi qu'on appelle la soude qu'on se procure par la décomposition du sel marin) est devenue une industrie courante. La soude artificielle a été long-temps repoussée par des préjugés; l'expérience les a presque entièrement dissipés. A l'exposition de 1806, on remarqua que les glaces de Saint-Gobin, les plus belles que l'on connaisse en Europe, étaient fabriquées avec des sodes préparées en France et extraites du sel marin: depuis lors, la fabrication de la soude s'est agrandie. L'art de fabriquer cette substance est poussé à un tel degré de perfection, qu'on la verse dans le commerce, préparée aux degrés convenables pour les besoins de chaque art. Avant l'établissement de cette nouvelle industrie, l'étranger fournissait la presque totalité des sodes nécessaires à nos arts; elles y étaient importées sous les noms de *soude d'Alicante*,

de *cedres de Sicile*, ou de *natron d'Egypte*. Aujourd'hui la France n'en reçoit plus qu'une petite quantité.

Dans le rapport de M. Héron de Villefosse (1), on trouve des détails intéressans sur le sulfate de fer et sur l'alun. Nous nous bornerons à ajouter, à l'égard de ce dernier produit, que ce n'est point d'après une simple indication de la théorie que l'on affirme que les aluns, purifiés par une cristallisation soignée, peuvent complètement remplacer l'alun de Rome. M. Roard a prouvé, par des expériences nombreuses et faites avec l'exactitude qui distingue les recherches de ce chimiste, que les aluns français, bien préparés, étaient aussi avantageux que l'alun de Rome pour les nuances les plus délicates sur soie. M. le comte de la *Boulaie-Marillac* vient de confirmer ces résultats par des épreuves qu'il a fait faire, sous ses yeux, aux Gobelins. Des écheveaux de soie ont été teints comparativement, avec la cochenille, la gaude et le bois jaune, en employant pour les uns l'alun de Rome, et pour les autres l'alun purifié de MM. Chaptal et d'Arcet, sans qu'on ait pu apercevoir quelque différence dans les couleurs.

Sulfate de fer, alun.

La préparation de l'acide acétique par la carbonisation du bois, est une industrie nouvellement acquise. Il y avait en, avant 1806, quelques essais; mais les procédés n'ont été fixés dans toutes leurs parties, et la fabrication établie avec succès en grand, que postérieurement

Acide acétique.

(1) *Annales des Mines*, t. V, p. 81 et 82.

à cette époque. Plusieurs arts importans, tels que la teinture, l'impression des toiles, etc., emploient l'acide acétique sous forme d'acétate de plomb ou d'acétate de fer.

M. Mollerat, à Pouilly, a perfectionné l'art de retirer l'acide acétique du bois, en carbonisant celui-ci : il le concentre tellement, qu'il se cristallise à une température peu élevée; il lui donne le plus grand état de pureté, à tel point que les cristaux sont blancs et transparens comme la glace d'eau pure. Il a rendu par-là un grand service aux arts qui font usage de l'acide acétique. M. Mollerat a exposé des échantillons de cet acide de sa fabrication, et plusieurs produits résultant de ses combinaisons avec d'autres substances, et qui sont d'une excellente préparation.

M. Bobée, à Choisy-le-Roi, a établi une fabrique d'acide acétique, par des procédés qui diffèrent de ceux de M. Mollerat.

Il a exposé de l'acide acétique et différens produits préparés pour l'usage des arts, et qui résultent de la combinaison de l'acide avec diverses substances. L'acide est pur, limpide et très-concentré; les autres produits sont parfaitement préparés.

Sel ammo-  
niac.

M. Mollerat et MM. Payen et Pluvinet, de Paris, ont exposé du sel ammoniac de leur fabrique, lequel remplace celui que l'on tirait de l'étranger.

Borax.

M. Jacob, de Marseille, a présenté du borax qu'il a fabriqué avec de l'acide boracique : c'est un art nouveau.

Céruse.

Les étrangers étaient en possession de nous

fournir la plus grande partie de la céruse nécessaire à nos besoins, lorsque la fabrique de Clichy s'est formée par les soins de M. Roard. La céruse qu'on y prépare est de première qualité. On a vu à l'exposition un tableau conservé, pendant plusieurs années, au Conservatoire des arts et métiers, sur lequel la céruse de Clichy a été mise en comparaison avec celle de Hollande. La moitié de la surface était peinte avec la première, et l'autre avec la seconde. La céruse de Clichy a conservé inaltérablement sa blancheur, pendant que celle de Hollande a jauni en se ternissant. Un autre tableau, également exposé, prouve qu'elle a mieux soutenu les couleurs avec lesquelles on l'a mêlée.

Nous ajouterons que l'établissement de Clichy fabrique annuellement :

- 1°. En céruse. . . 350 à 400,000 kil.
- 2°. En minium. . 250 à 300,000
- 3°. En blanc d'argent, mine et orange. 30 à 40,000

Outre une machine à vapeur produisant le travail de cent ouvriers, M. Roard en occupe encore cinquante et au-delà, suivant les demandes.

Cette belle fabrique, qui a exigé des sacrifices considérables, et que les étrangers ont vue avec peine s'élever en France, est une de celles qui méritent le plus l'attention et la bienveillance du Gouvernement (1).

(1) Nous avons extrait ces détails du rapport du Jury d'admission du département de la Seine, page 205, par M. Héricart de Thury, ingénieur en chef des Mines, etc. Dans ce

Vermillon. M. Desmoulins, de Paris, a présenté des échantillons de vermillon de sa fabrication : c'est le plus beau qui se soit fait en France ; celui qui était exposé sous le n<sup>o</sup>. 1 surpasse en beauté tous les vermillons connus.

Indigo. M. Rouquès, d'Alby, a exposé de l'indigo-pastel préparé par lui, et qui ne le cède en rien à l'indigo de l'Inde le plus parfait.

Crayons. La fabrication des crayons, qui mérita une médaille d'or à feu M. Conté, s'est perfectionnée entre les mains de M. Humblot. Les crayons de cette fabrique sont maintenant parfaitement homogènes ; leur degré de dureté répond constamment au numéro qu'ils portent, et ne change plus avec le temps. M. Humblot a, depuis peu, mis dans le commerce de nouveaux crayons un peu inférieurs en qualité, mais de beaucoup supérieurs à ceux d'Allemagne dont il se fait en France une grande consommation. Il les donne à bas prix, et il les a marqués de manière que les détaillans ne peuvent jamais les vendre pour ceux de première qualité (1).

#### *Poteries et porcelaines.*

Poteries. Parmi les produits de ce genre, nous citerons : Les belles terres cuites dont l'invention a valu à M. Utzschneider, de Sarguemines, une mé-

rapport, on trouve un grand nombre de notices aussi instructives qu'intéressantes, sur les produits de ce même département.

(1) Le Jury aurait décerné une médaille d'or à cette fabrique, si elle ne lui avait pas été précédemment accordée.

daille d'or. Ces terres, sous le double rapport de l'aspect et de la dureté, imitent parfaitement le porphyre, l'agate et le jaspe ;

Les creusets de M. Revol, de Lyon ; ces creusets ont paru bien résister aux grands changemens de température ;

Les briques réfractaires de M. Lanjorois, au Montel ; celles que M. Mollerat a fabriquées, dans de grandes dimensions, par le moyen de la presse, avec de l'argile séchée et en poudre.

Chacun de ces trois derniers fabricans a été mentionné honorablement.

La fabrication de la porcelaine a été naturalisée en France vers le milieu du dix-huitième siècle. Cet art s'établit à la faveur des encouragemens du Gouvernement : il ne fut d'abord considéré, par quelques personnes, que comme un objet de luxe ; mais il a acquis assez de développement pour devenir une branche importante de l'industrie nationale, qui se soutient par ses propres moyens et alimente un commerce assez étendu.

La France a, dans ce genre, une supériorité décidée. Les porcelaines de Sèvres sont recherchées dans toute l'Europe. Cette manufacture célèbre, où l'on est sans cesse occupé de perfectionner le travail et d'améliorer les procédés, peut être considérée comme la cause première de l'établissement en France de la fabrication des porcelaines ; elle contribue tous les jours au perfectionnement de cette industrie par ses exemples, par l'instruction qui en émane, par les ouvriers qu'elle forme, et par l'émulation que le désir de l'égalier fait naître

parmi les entrepreneurs des établissemens particuliers.

Fabrication  
des porcelai-  
nes.

La fabrication des porcelaines se divise aujourd'hui en deux industries distinctes, susceptibles d'être exercées séparément : l'une est la fabrication des pièces en blanc ; l'autre a pour objet la décoration.

Deux qualités sont nécessaires pour constituer de la bonne porcelaine.

1°. La pâte doit être solide, c'est-à-dire, qu'elle doit résister aux changemens de température, et même aux chocs qui ont lieu dans l'usage domestique.

2°. La couverte doit être exempte de ce défaut qu'on nomme *tréscailure*, et qui se manifeste en ce que la couverte se fendille, au moindre changement de température.

Il est d'autres qualités, telles que la blancheur de la pâte, le parfait glacé de la couverte, la légèreté des pièces, la pureté des contours, la finesse et la correction des arêtes, qui sont les signes d'une fabrication distinguée : elles augmentent l'agrément et la valeur de la porcelaine.

A l'époque de l'exposition de 1806, l'art de la porcelaine, et sur-tout celui de préparer la pâte, était très-avancé ; il était assez difficile qu'il fit de nouveaux progrès : cependant quelques fabricans se sont perfectionnés ; ils ont fait les pâtes plus solides ; ils ont donné aux formes plus de pureté, et aux ornemens plus de netteté. Il est constant néanmoins que la porcelaine blanche n'a pas éprouvé d'amélioration bien sensible dans ses qualités extérieures. L'émulation des fabricans s'est portée sur un autre objet,

qui a aussi son importance ; il s'est établi entre eux une concurrence active pour la réduction des prix.

On s'est appliqué à épargner le combustible, qui est un des principaux élémens de la valeur vénale de la porcelaine ; et l'on y a réussi, non pas en modifiant la forme des fours, qui, depuis dix ans, n'a pas reçu de changement notable, mais on a su faire un usage mieux raisonné des fours qui existent : on est parvenu à y placer un plus grand nombre de pièces ; de sorte que maintenant on fait tenir dans un même four près d'un tiers d'assiettes de plus qu'on n'en mettait il y a dix ans ; les frais de combustible se trouvent ainsi répartis sur une plus grande masse de produits.

Le Jury a décerné : une médaille d'or à MM. Nast frères, de Paris ; des médailles d'argent à MM. Alluand, de Limoges, Darté frères, Dagoty et Honoré, Cadet-de-Vaux et Denuelles, Schoelcher, de Paris ; M. Langlois, de Bayeux, a obtenu une médaille de bronze.

Relativement à la décoration des porcelaines et des faïences, le Jury s'est attaché à faire ressortir le mérite des inventions à l'aide desquelles on est parvenu à décorer la porcelaine et la faïence par la gravure et l'impression. M. Gonord, de Paris, qui a obtenu une médaille d'or pour les découvertes qu'il a faites dans l'art de la gravure, avait déjà, lors de l'exposition de 1806, présenté des pièces de porcelaine sur lesquelles des gravures en taille-douce avaient été transportées à l'aide de procédés mécaniques. Cet habile fabricant a re-

Décoration  
des porcelai-  
nes et faïen-  
ces.



paru à l'exposition de 1819 avec des produits du même art perfectionné. Il est parvenu à un résultat singulier et pourtant indubitable ; une planche gravée étant donnée, il la fait servir à décorer des pièces de dimensions différentes ; il étend ou il réduit le dessin en proportion de la grandeur de la pièce, et cela par un procédé mécanique et expéditif, sans avoir besoin de changer la planche. Nous aurons encore occasion de parler de cette découverte, qui recule les limites de l'art calcographique.

Une médaille d'argent a été accordée à M. Legros d'Anisy, de Paris, qui, depuis environ dix ans, a établi des ateliers où la porcelaine et la faïence sont décorées par la gravure et l'impression. Le même fabricant a fait une application heureuse des procédés de la lithographie à la dorure des porcelaines. Jusqu'à présent l'impression en dorure avait l'inconvénient de ne donner que des traits déliés ; il fallait ou les laisser dans cet état, ou les remplir à la main : dans ce dernier cas, la façon coûtait à-peu-près le même prix. On a vu à l'exposition des assiettes en porcelaine sur lesquelles une frise en or, large et assez compliquée, a été imprimée par ce procédé, de manière à ressembler assez bien à la dorure faite à la main. Une pièce de ce genre, qui coûterait au moins 10 francs, s'exécute déjà pour un franc.

Préparation  
des couleurs  
à peindre la  
porcelaine.

La peinture sur porcelaine a fait depuis vingt-cinq ans des progrès remarquables. On les doit en grande partie à M. *Dilh* ; il a composé de bonnes couleurs, il a apprécié l'effet de leurs mélanges. Ce genre d'industrie s'est répandu

peu-à-peu hors des ateliers de M. *Dilh*, ce qui a donné à la peinture sur porcelaine une perfection de coloris, de nuances fines et de glacés qu'elle n'avait pas.

La palette du peintre sur porcelaine a été enrichie de plusieurs couleurs nouvelles, parmi lesquelles on doit citer le vert de chrome pour la peinture, qu'il ne faut pas confondre avec les verts de chrome préparés pour le grand feu, qui sont employés en teinte unie, et dont on vit des échantillons à l'exposition de 1806 ; les verts dont nous voulons parler sont des couleurs susceptibles de nuances, et qui donnent les moyens de peindre le paysage avec autant de perfection qu'on le ferait à l'huile.

Autrefois les peintres sur porcelaine préparaient eux-mêmes les couleurs dont ils avaient besoin. Aujourd'hui cette préparation forme un art particulier, qui est l'objet d'une industrie séparée de la peinture sur les porcelaines. Cette séparation est avantageuse. On obtient de cette manière des couleurs mieux appropriées à leur destination, puisqu'elles sont préparées par des hommes habitués à prévoir leurs effets, lorsque les pièces sur lesquelles on les applique sont mises dans les fours. Le peintre sur porcelaine n'a plus besoin de suspendre ses travaux pour préparer ses couleurs ; il a toujours à sa disposition les moyens de garnir sa palette de toutes les nuances que peut exiger la peinture dont il est occupé.

Le Jury a décerné une médaille de bronze à M. Mortelèque, de Paris, pour les perfectionnemens qu'il a apportés dans la fabrication des

couleurs sur porcelaine. Cet artiste a exposé une tête de vieillard peinte avec des couleurs préparées par lui, et une palette réunissant toutes les couleurs à l'usage du peintre sur porcelaine. On y remarquait un *pourpre*, deux *gris* et deux *bruns*, qu'il fait avec une perfection particulière. Le même est, en outre, en état de fournir un assortiment complet de couleurs pour la peinture sur verre.

*Verrerie, cristallerie, strass, etc.*

Glaces.

Le Jury a déclaré qu'il se serait empressé de décerner une médaille d'or à la manufacture des glaces de Saint-Gobin, si elle ne l'avait déjà obtenue à l'exposition précédente. Les glaces que cette manufacture a envoyées se font remarquer par une excellente fabrication et une grande pureté de verre : elles sont d'une dimension extraordinaire. Ces produits prouvent que la verrerie de Saint-Gobin, qui est depuis long-temps considérée comme la première manufacture de glaces qu'il y ait en Europe, soutient sa réputation.

La Compagnie des manufactures de Saint-Quirin, de Monthermé et de Cirey, a obtenu une médaille d'argent pour sa fabrication des verres à vitres, des verres blancs, demi-blancs dits *verres de table*, des verres de couleur, des globes à mettre sur les pendules, des glaces, etc. Les glaces sont fabriquées à Saint-Quirin : cette verrerie, qui, à l'époque de la dernière exposition, faisait des glaces dans le volume ordinaire par le soufflage, a substitué à ce procédé

celui du coulage, qui est plus parfait. La même compagnie établit dans la verrerie de Cirey la fabrication des petits miroirs à *la façon de Nuremberg*, miroirs que l'on a tirés jusqu'à ce jour de l'Allemagne, d'où l'on en importe chaque année pour une somme considérable. Les produits des différens établissemens de cette compagnie sont très-soignés ; les verres de couleur sont d'une beauté remarquable.

L'étamage est une opération qui présente des difficultés dans les grands volumes, à cause de la grandeur des feuilles d'étain qu'il faut faire égale à celle des glaces. Le transport des glaces étamées, d'un grand volume, est sujet à des inconvéniens assez graves ; il est difficile de l'exécuter sans attaquer quelque partie du tain, ce qui produit des taches qui défigurent la glace et qu'on ne peut réparer qu'en étamant de nouveau la glace entière, opération coûteuse et qui demande des appareils qu'on n'a pas toujours près de soi ; enfin, le tain des glaces est sujet à être altéré par le séjour contre des murs ou dans des appartemens humides.

Étamage  
des glaces.

M. Lefèvre, miroitier de Paris, a réussi à faire disparaître ces inconvéniens, ou du moins il les a réduits à très-peu de chose. Il a trouvé un procédé au moyen duquel on peut étamer une glace avec plusieurs feuilles différentes mises l'une au bout de l'autre ; un trou fait dans le tain peut être bouché sans que la glace en demeure tachée ; enfin, il applique un vernis pour conserver le tain des glaces contre les effets de l'humidité.

Ces procédés, pour lesquels M. Lefèvre a

obtenu une médaille de bronze, sont un véritable service rendu à la glacerie.

**Cristallerie.** Pendant long-temps la France tirait de l'étranger les cristaux qu'elle consommait : aujourd'hui elle en fabrique au-delà de ses besoins. Nos manufacturiers dans ce genre ne redoutent la concurrence d'aucune nation, ni pour la qualité des cristaux, ni pour le prix. L'art est si généralement connu, que le Jury a pensé qu'il n'était pas nécessaire d'accorder des distinctions pour cette partie : mais il est un art qui se rattache à la cristallerie, qui mérite une attention particulière, et qui a besoin d'être encouragé ; c'est celui de la taille des cristaux. Des milliers d'ouvriers sont occupés à donner à cette matière les nombreuses facettes et les ornemens qui la rendent si précieuse et si belle, et qui la font rechercher. Sous le rapport du goût et de la beauté de l'exécution, cette industrie est très-avancée parmi nous : elle donne lieu à un commerce assez important.

**Strass.** La fabrication du *strass* attirait peu l'attention des artistes, lorsque la Société d'Encouragement proposa un prix pour cet objet : on doit à ce concours les perfectionnemens que cette fabrication a éprouvés (1).

**Objets divers.** M. Lutton, de Paris, s'est occupé depuis

(1) M. Douault-Wieland, de Paris, qui a remporté le prix proposé par la Société d'Encouragement, et auquel le Jury a décerné une médaille de bronze, a présenté des parures et des bijoux de toutes les espèces, en pierre blanche et de couleur, qui ne le cèdent point, pour l'éclat, aux plus belles pierres précieuses naturelles.

long-temps de la recherche des moyens pour placer sur les vases de verre destinés à contenir les acides, des inscriptions que les acides les plus puissans ne pussent faire disparaître : ses succès dans ce genre lui méritèrent une médaille de bronze à l'exposition de 1806. M. Lutton a encore amélioré les procédés qui lui valurent cette distinction ; il en a même imaginé de nouveaux.

L'incrustation dans le cristal est un art qui a éprouvé des perfectionnemens, et qui donne lieu aujourd'hui à une industrie assez importante. Depuis long-temps on incrustait dans le verre, des terres, des couleurs ou d'autres objets de fantaisie : maintenant, à la manufacture du Creusot, on a fait de ce travail un art perfectionné ; et les objets que cet établissement a exposés, ont fixé l'attention du public (1).

Incrustation.

*Vernis sur métaux, moiré métallique.*

L'application du vernis sur les métaux est un procédé industriel très-utile. Aux premières expositions, cet art fut encouragé par le Jury, comme susceptible d'une application très-étendue. Cette immense quantité de produits variés par leurs formes, et revêtus des couleurs les plus brillantes, que l'on a vus à l'exposition de 1819, atteste que cet art a fait beaucoup de progrès.

Vernis.

(1) MM. Chagot, Paris et Desprez ont été mentionnés honorablement pour les objets incrustés dans des cristaux qu'ils ont exposés.

Il ne reste plus rien à désirer pour les vernis bruns, sous le rapport de l'éclat et de la solidité; mais les arts attendent encore un vernis qui préserve complètement les métaux blancs de l'action de l'air, sans altérer leur couleur.

Le Jury a distingué, pour être honorablement mentionnés, les produits qui ont été exposés par MM. Tavernier et Garnier, de Paris.

Moiré métallique.

On doit à M. Allard la découverte du moiré métallique qui a eu un si grand succès, et qui a donné un mouvement extraordinaire à la ferblanterie. M. Allard a beaucoup perfectionné ses procédés depuis qu'il en a fait la découverte; il peut obtenir à volonté les dessins qu'il se propose. Le Jury lui a décerné une médaille d'or (1).

#### Mécanismes divers.

Machine à travailler le fer.

M. Caillon, de Paris, a obtenu une médaille d'argent pour avoir présenté une machine propre à dresser et à faire des languettes, des rainures et des moulures sur le fer. Cette machine, qui avait déjà été soumise à l'examen de la Société d'Encouragement, est regardée, par les artistes qui travaillent le fer, comme une invention d'une grande importance.

Pantographe des sculpteurs.

Un service essentiel a été rendu à l'art du statuaire par M. Gatteaux, de Paris. Cet artiste, auquel le Jury a décerné une médaille d'argent, a inventé une machine au moyen de

(1) Voyez *Annales des Mines*, t. IV, p. 649.

laquelle on copie les sculptures les plus compliquées, et qui peut servir à mettre au point avec plus de précision que par tous les moyens connus (1).

Nouvel encliquetage.

M. Dobo, de Paris, a été mentionné honorablement pour des modèles de machines élémentaires dans lesquelles il a fait l'application d'un nouvel encliquetage de son invention. Cet habile mécanicien, auteur du *Système complet* des machines à filer la laine peignée, que MM. Ternaux ont, les premiers, mis en activité dans leur fabrique, est parvenu, au moyen de son encliquetage, à vaincre le mouvement rétrograde que présentent communément les manèges des filatures, et qui gâte les dents des cardes.

L'encliquetage dont il s'agit ne fait perdre aucun temps; il ne produit ni bruit, ni recul; il remplit toutes les conditions qu'on peut désirer. M. Dobo n'en a point fait de secret (2); il ne s'est point pourvu en demande de brevet d'invention; il l'a laissé publier dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement. Bientôt après,

(1) Le petit modèle de cette machine a été soumis à la classe des beaux-arts de l'Institut, en 1812; et, depuis, M. Gatteaux en a fait établir une capable de reproduire une figure de 2 mètres de hauteur; elle est en activité depuis deux ans. Plusieurs bustes ont été faits, ainsi qu'une figure de 1<sup>m</sup>,78, traduite en sens inverse de l'original. Cette figure, qui offre tous les genres de difficultés, est exécutée avec une rare précision. (Voyez le Rapport du Jury d'admission du département de la Seine, page 173.)

(2) Voyez le Rapport du Jury de la Seine, page 105.)

ce même encliquetage, considéré comme un *nouvel élément de machine*, a été employé par plusieurs mécaniciens qui en ont fait diverses applications très-heureuses. M. Vagner l'a aussi employé dans les mouvemens des phares.

La Tondeuse.

Une médaille d'or a été décernée à MM. Neuflyze, Sevenne et Collier, pour avoir exposé une machine à tondre les draps nommée *la Tondeuse*. Cette machine est mise en action par un moteur appliqué à une manivelle; elle peut être mue à bras, ou par un manège, ou par un cours d'eau, ou par une machine à vapeur. Le drap est tondu par une action continue et sans interruption. L'opération de la tonde est exécutée avec une célérité extraordinaire.

(La suite à la prochaine livraison.)

---

## ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE SECOND TRIMESTRE DE 1820.

---

*ORDONNANCE du 12 janvier 1820 (1), portant que le sieur Gourg de Moure est autorisé à rétablir, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, une forge à fer à la catalane, sur la rivière de la Dure, dans la commune de Cuxac Cabardès, département de l'Aude.*

Forge à fer de Cuxac Cabardès.

*ORDONNANCE du 19 avril 1820, portant autorisation d'établir en la commune de Montcy Saint-Pierre une usine destinée à fondre le laiton.*

Usine à laiton de Montcy St.-Pierre.

**L**OUIS, etc, etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'Etat au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

**ART. 1<sup>er</sup>.** Le sieur Mesmin Laloyaux est autorisé à établir sur sa propriété, commune de Montcy Saint-Pierre, départ-

---

(1) Nous n'avons pas reçu cette ordonnance à temps pour la placer parmi celles du premier trimestre dont elle fait partie.

tement des Ardennes, une usine propre à fondre le laiton, soit en tables, soit à l'état d'arco.

ART. II. Cette usine consistera en une fonderie composée de huit fourneaux, conformément aux plans ci-joints.

ART. III. Elle devra être mise en activité dans le délai d'un an, à dater du jour de la signification de la présente ordonnance.

ART. IV. L'impétrant se conformera aux clauses et conditions énoncées au cahier des charges souscrit par lui, et annexé à l'ordonnance de permission, sous peine de révocation de l'autorisation accordée.

ART. V. Il paiera à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, aux termes de l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, la somme de cinquante francs pour chacun des fourneaux autorisés par la présente ordonnance, en tout quatre cents francs, qui seront versés, sous un mois, entre les mains du receveur de l'arrondissement.

ART. VI. Nos Ministres secrétaires d'État de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

*Cahier des charges pour une demande faite par M. Mesmin Laloyaux, tendant à être autorisé à ériger une fonderie à laiton dans la commune de Montcy Saint-Pierre, près Charleville, département des Ardennes.*

ART. Ier. La manufacture de cuivre jaune que le sieur François-Barthelemy-Mesmin Laloyaux, négociant à Charleville, département des Ardennes, désire établir dans la commune de Montcy Saint-Pierre, arrondissement de Mézières, aux fins d'y fabriquer et couler le laiton brut, soit en tables pour fournir aux usines qui confectionnent les planches et fils de laiton, soit à l'état d'arco à l'usage des fondeurs ou modeleurs, ne pourra être transférée ailleurs ni recevoir aucune augmentation, soit dans le nombre des fourneaux, soit pour un autre genre quelconque de fabrication, sans une permission préalable donnée dans les formes prescrites par les lois et réglemens.

ART. II. Les constructions relatives aux fourneaux et machines seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des mines, dans le délai qui sera prescrit par l'ordonnance de permission. L'ingénieur dressera procès-verbal de la vérification des ouvrages après leur achèvement. Expéditions de ce procès-verbal seront déposées aux Archives de la Préfecture du département des Ardennes et à celles de Montcy Saint-Pierre. Il en sera donné avis à M. le directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

ART. III. L'impétrant sera tenu à tous changemens et toutes indemnités, s'il arrivait que son établissement vînt à nuire à quelques propriétés.

ART. IV. Il tiendra son usine en activité constante, et il ne la laissera pas chômer sans cause reconnue légitime par l'Administration.

ART. V. Conformément à l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, l'impétrant paiera à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, la somme qui sera déterminée par l'ordonnance à intervenir.

ART. VI. Conformément à l'art. 56 du décret du 18 novembre 1810, le permissionnaire fournira tous les ans à M. le préfet du département, et à M. le directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, les états certifiés de tous les matériaux employés, des produits fabriqués, et des ouvriers occupés dans l'usine.

ART. VII. En cas de découverte ultérieure de gîtes calaminaires dans le département des Ardennes ou ailleurs, l'impétrant ne pourra entreprendre aucune exploitation qu'après en avoir obtenu la concession d'après ce qui est prescrit à cet égard par la loi du 21 avril 1810, et l'instruction ministérielle du 3 août même année.

ART. VIII. Il sera tenu de se conformer aux lois, ordonnances, décrets et réglemens existans et à intervenir sur le fait des usines, sur l'exploitation des bois et sur l'exploitation des minerais qui alimentent sa fabrique, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'Administration sur ce qui concerne l'exécution des réglemens de police relatifs aux usines et à la sûreté des ouvriers.

ART. IX. L'inexécution des conditions ci-dessus détaillées

pourra donner lieu à poursuivre la révocation de la permission, aux termes de l'art. 77 de la loi du 21 avril 1810.

Verrerie  
de la Hellon-  
nière.

*ORDONNANCE du 19 avril 1820, concernant la verrerie établie au lieu dit la Hellonnière, commune de Leignelet.*

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu la pétition présentée au préfet d'Ille et Vilaine, par le sieur Joseph Le Pays de Teilleul, à l'effet d'être maintenu dans la jouissance de la verrerie qu'il possède au lieu dit la *Hellonnière*, commune de Leignelet, arrondissement de Fougères;

Les titres et pièces joints à cette demande, notamment les arrêts et lettres-patentes des 27 septembre et 19 octobre 1729, portant confirmation et maintenue de ladite verrerie en faveur du sieur Gabriel de Bigalier;

Les plans de situation et de détail de ladite usine sur les échelles et au nombre d'exemplaires prescrits;

Les oppositions au rétablissement de cette verrerie, incendiée le 4 fructidor an XI, lesdites oppositions formées les 25 août et 4 septembre 1817, par les sieurs Duplessis de Grenedan et Dubois Péan, propriétaires d'établissements de même nature situés l'un au lieu dit *La Haye d'Iré*, commune de Saint-Remy Du Plain, département d'Ille et Vilaine; l'autre à Javardan, près Château-Briand, département de la Loire-Inférieure; les réponses à ces oppositions par le sieur Le Pays de Teilleul, sous les dates des 12, 30 septembre et 11 octobre 1817;

Les certificats de publications et affiches de la demande, non-seulement dans les communes du département d'Ille et Vilaine, mais encore dans toutes celles des départemens de la Manche et de la Mayenne, qu'elle pouvait intéresser;

Les avis et rapports favorables donnés, 1°. par le conservateur des forêts de l'arrondissement, le 7 mai 1819; 2°. par

les ingénieurs ordinaire et en chef des mines, les 4 et 21 juin suivans;

L'arrêté du préfet en date du 17 juillet 1819; l'opinion émise par le directeur général des domaines, enregistrement et forêts, en sa lettre du 22 septembre suivant;

La délibération du Conseil général des Mines du 24 novembre 1819, adoptée par notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. Le sieur Joseph Le Pays de Teilleul est autorisé à conserver et à maintenir en activité la verrerie qu'il possède au lieu dit la *Hellonnière*, commune de Leignelet, arrondissement de Fougères, département d'Ille et Vilaine, dont la consistance est d'un four à six places pour fondre et affiner le verre, et d'un four à recuire, conformément aux plans joints à la présente ordonnance.

ART. II. L'impétrant ne pourra ajouter de nouveaux fours, changer la nature de ceux existans, ou les transporter ailleurs, avant d'en avoir obtenu la permission dans la forme voulue par les lois et réglemens.

ART. III. Il se conformera aux lois, ordonnances et réglemens intervenus et à intervenir, sur les verreries et sur le combustible à leur usage.

ART. IV. Notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des Lois.

*ORDONNANCE du 4 mai 1820, portant concession des mines de houille situées en la commune de Bertholène.*

Mines de  
houille de  
Bertholène.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

*Tome V. 3<sup>e</sup>. liv.*

G g

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Pierre Carrols et Jean-Baptiste Albenque, des mines de houille dites d'*Ayrinhac*, de *Riou nègre*, de la *Pomarède* et du *Boislauro*, situées près de Bertholène, arrondissement de Milhau, département de l'Aveyron, dans une étendue de cinq kilomètres carrés, cinq hectares.

ART. II. Cette concession, conformément aux plans ci-annexés, visés et vérifiés par l'ingénieur des mines et certifiés par le préfet, est limitée ainsi qu'il suit : 1°. par une ligne droite menée de l'angle sud-ouest du château de Bertholène au clocher d'Ayrinhac; 2°. par une ligne droite tirée de ce clocher à l'extrémité ouest du hameau de Malacroux; 3°. par une ligne droite dirigée sur le point nommé les *quatre chemins*, lequel est donné par l'intersection des routes de Bertholène aux Magniols et d'Ayrinhac à Lacann; 4°. par une ligne droite tirée des quatre chemins au confluent du ruisseau de l'Ase avec celui de Rientert; 5°. par une ligne droite menée de ce confluent sur le hameau de Galties, jusqu'à sa rencontre avec le ruisseau Causelves, auquel lieu il sera planté une borne aux frais des concessionnaires; 6°. par le ruisseau de Causelves, à partir de cette borne, jusqu'à la rencontre de la route de Gâges à Bertholène; 7°. par une ligne droite menée de ce point de rencontre au château de Bertholène, point de départ.

ART. III. Les concessionnaires paieront aux propriétaires de la surface comprise dans l'étendue de la concession une indemnité ou rente annuelle de dix centimes par hectare.

ART. IV. Ils paieront annuellement, entre les mains du receveur des contributions de l'arrondissement, une redevance fixe de 50 fr. 50 c., conformément à l'étendue de leur concession.

ART. V. Ils acquitteront, entre les mains du même receveur des contributions la redevance proportionnelle sur le produit net de leur exploitation, telle qu'elle sera déterminée d'après les formes prescrites par le décret du 6 mai 1811.

ART. VI. Ils paieront en outre, aux propriétaires de la surface, les indemnités voulues par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux dégâts et non-jouissance de terrains occasionnés par l'exploitation.

ART. VII. Les concessionnaires paieront les indemnités qu'il pourrait y avoir lieu d'allouer aux anciens extracteurs, à

raison des recherches ou travaux antérieurs à l'acte de concession, conformément à l'art. 46 de la loi précitée.

ART. VIII. Ils rempliront exactement les conditions du cahier des charges ci-annexé. Ils se conformeront en outre aux lois et réglemens rendus ou à intervenir sur le fait des mines, ainsi qu'aux instructions qui leur seront données par l'Administration des Mines.

ART. IX. Il n'y a lieu, quant à présent, à prononcer sur les demandes en concession qui ont été présentées relativement aux mines de houille de la Planque, de Perrien, de Bastide, de Galties, de Trébose et de Bennac, sauf à y statuer quand les formalités voulues par la loi du 21 avril 1810 auront été remplies.

ART. X. Nos Ministres secrétaires d'Etat de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

*Cahier des charges pour la concession des mines de houille de Bertholène, canton de Laissac, arrondissement de Milhau.*

1°. Immédiatement après que l'ordonnance royale de concession aura été rendue, et que les concessionnaires auront été mis en possession à la diligence des autorités locales, ils se mettront en mesure de régulariser leurs travaux d'exploitation d'après le mode ci-après détaillé; ils les suivront constamment et ne pourront les abandonner sans une cause reconnue légitime par l'Administration.

2°. L'attaque des couches situées en plateau ou en plaine aura lieu par puits verticaux, lesquels seront approfondis jusqu'à la couche inférieure.

Le nombre et la situation de ces puits, leur dimension, et la nature du boisage, seront déterminés par l'ingénieur des mines, en ayant égard à l'étendue et à la profondeur du champ d'exploitation. Dans tous les cas, ces puits devront avoir de plus grandes dimensions que les puits actuels, et le soutènement au moyen du seul branchage cessera absolument d'avoir lieu.



En attendant qu'il soit besoin de plus grandes machines, le service des puits sera fait avec des treuils garnis d'un axe en fer et portés sur des montans avec jambages et semelles, le tout solidement établi. Cette construction sera rigoureusement substituée à celle des tourniquets actuellement en usage. Les paniers servant à l'exploitation de la houille seront remplacés par des bennes et traîneaux de forme et de dimensions convenables.

5°. L'attaque des couches situées en montagnes et près des versans aura lieu au moyen de galeries principales débouchant au jour. Ces galeries seront prises au plus bas niveau possible ; on ne leur donnera que la pente nécessaire pour le roulage des matières et l'écoulement des eaux ; leur nombre et leur situation, leurs dimensions et la nature des moyens de soutènement à employer seront déterminés par l'ingénieur des mines.

4°. L'extraction de la houille contenue dans chaque champ d'exploitation aura lieu de bas en haut, par-tout où il y aura plusieurs couches superposées ; l'avancement des travaux sera calculé de manière à ne point nuire à l'extraction sur les autres couches.

5°. On exploitera par la méthode suivante :

On percera dans la partie inférieure du champ d'exploitation, deux ou plusieurs galeries d'allongement, menées dans la houille suivant la ligne de direction, et auxquelles on donnera l'inclinaison convenable pour le roulage et l'écoulement. On les recoupera à angle droit par un nombre de galeries menées en tailles, en remontant suivant l'inclinaison. La distance réciproque des galeries, leurs dimensions, celles des tailles et piliers, ainsi que les moyens de soutènement, seront réglés par l'ingénieur des mines, d'après l'épaisseur des couches et la solidité du toit. L'enlèvement des piliers n'aura lieu que lorsqu'il ne pourra nuire à la poursuite des travaux : il se fera à partir de l'extrémité des ouvrages, et en revenant vers les percemens débouchant au jour. On remblaiera autant que possible les excavations avant de les abandonner ; dans tous les cas, le champ d'exploitation ne sera abandonné qu'après son entier épuisement.

6°. Autant que possible, il sera pourvu à l'épuisement des eaux à l'aide de galeries d'écoulement qu'on percera au plus bas niveau possible, et qu'on placera de manière à ce qu'elles

puissent dessécher successivement plusieurs champs d'exploitation et faire un service double.

7°. Dès qu'un champ d'exploitation sera près d'être épuisé, il en sera préparé un nouveau de la même manière qu'il a été dit ci-dessus.

8°. Si par la suite on vient à reconnaître que le mode d'exploitation doit recevoir des modifications, ou qu'il est convenable de lui en substituer un autre, il y sera pourvu par l'Administration des Mines, sur l'avis du préfet et le rapport des ingénieurs des mines.

9°. Le nombre des champs d'exploitation qu'on devra mettre en activité dans l'étendue de la concession sera déterminé par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur ; il sera statué, dans la même forme, sur les mesures à prendre, soit pour régulariser les exploitations actuellement existantes qui devront être conservées, soit pour mettre à exécution le mode d'exploitation ci-dessus prescrit dans des parties intactes.

10°. Les orifices des excavations débouchant au jour, qui seront jugés inutiles, seront bouchés solidement d'après le mode indiqué par l'ingénieur, à la diligence des maires des communes sur lesquelles est située la concession.

11°. Les concessionnaires fourniront au préfet, un an après l'obtention de la concession, le plan de tous les travaux précédemment exécutés avec deux élévations, l'une dans le sens de la direction et l'autre dans le sens du pendage des couches, le tout dressé sur l'échelle d'un millimètre par mètre.

Ce plan sera divisé en carreaux de dix en dix millimètres ; on y indiquera, par approximation, tous les anciens ouvrages noyés, éboulés ou inaccessibles. Chaque année, dans le courant de janvier, les concessionnaires fourniront de la même manière les plans et élévations des ouvrages exécutés dans le courant de l'année précédente, pour être rattachés au plan général, après vérification faite par les ingénieurs.

En cas d'inexécution de cette clause ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés et dressés d'office aux frais des exploitans.

12°. Les concessionnaires, en exécution des décrets du

18 novembre 1810 et 5 janvier 1813, tiendront constamment en ordre, 1°. un registre et un plan constatant l'avancement des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir; 2°. un registre de contrôle journalier pour les ouvriers employés, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la mine; 3°. un registre d'extraction et de vente. En outre, ils adresseront au préfet, tous les ans, et chaque fois que M. le directeur général des mines en fera la demande, l'état des ouvriers, l'état des produits en nature de leur exploitation, et celui des matériaux employés.

13°. Les concessionnaires exploiteront d'ailleurs de manière à ne point compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, la conservation des mines et les besoins des consommateurs. Ils se conformeront en conséquence aux instructions qui leur seront données par l'Administration des Mines et les ingénieurs du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

14°. Conformément à l'art. 14 de la loi du 21 avril 1810, les concessionnaires ne pourront confier la direction de leurs exploitations qu'à un individu qui justifiera des qualités nécessaires pour bien conduire les travaux.

Conformément à l'art. 25 du règlement du 5 janvier 1813, ils ne pourront employer en qualité de maîtres mineurs ou chefs particuliers des travaux, que des individus qui auront travaillé dans les mines comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, au moins pendant trois années consécutives.

15°. En cas d'abandon d'une partie ou de la totalité des ouvrages souterrains, ou de renonciations à la concession, les concessionnaires seront tenus de prévenir le préfet, par pétition régulière, présentée au moins trois mois à l'avance, afin qu'il soit pris par l'Administration les mesures convenables pour la reconnaissance ou l'abandon définitif des travaux, suivant ce que l'état des choses pourra exiger.

16°. Les concessionnaires acquitteront, 1°. la redevance proportionnelle due à l'Etat, ainsi que la redevance fixe, résultant de l'étendue qui sera assignée à leur concession; 2°. la rente ou redevance annuelle en faveur des propriétaires de la surface telle qu'elle sera réglée par la concession; 3°. les in-

dennités spécifiées par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, pour dégâts et occupations de terrains.

17°. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des Mines, en exécution des articles 47 à 50 de la loi du 21 avril 1810 et du titre 2 du règlement du 5 janvier 1813, si en vertu de l'art. 7 de ladite loi la propriété vient à être transmise d'une manière quelconque par les concessionnaires, soit à un autre individu, soit à une société. Ce cas échéant, les titulaires quelconques de la concession seront tenus de se conformer aux clauses et conditions prescrites par l'acte de concession.

*ORDONNANCE du 23 juin 1820, portant que le* Usine à fer  
de Castelnau  
de Mesmes.  
*sieur Martin Brothier, propriétaire du domaine de Castelnau de Mesmes, commune de Saint-Michel, arrondissement de Bazas, département de la Gironde, est autorisé à construire dans ledit domaine, et conformément aux plans joints à la présente ordonnance, un haut-fourneau à fondre le minerai de fer, et un feu d'affinerie pour convertir la fonte en fer, ensemble les roues hydrauliques et machines soufflantes, et autres accessoires indiqués auxdits plans.*

Pour l'exécution des dispositions de cette même ordonnance:

Les constructions hydrauliques seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des Ponts-et-Chaussées. Après l'achèvement, le niveau des eaux et celui des vannes seront répertés d'une manière fixe et invariable; il en sera dressé procès-verbal, dont expéditions seront déposées aux archives de la commune de Saint-Michel, et à celles de la préfecture du département de la Gironde. Il en sera donné avis au direc-

teur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines. Postérieurement à cette opération, le permissionnaire ne pourra faire aucun changement au niveau de ses vannes et déversoirs, sans avoir obtenu à cet effet une permission spéciale dans les formes voulues par les lois et réglemens.

Quant aux constructions relatives aux fourneaux et machines soufflantes, elles seront exécutées sous la surveillance des ingénieurs des mines. Il sera dressé procès-verbal de leur achèvement, dont expéditions seront déposées aux archives de la commune et du département; il en sera donné avis au directeur général des Mines.

---

## SUPPLÉMENT

AU

### MÉMOIRE

SUR

## LES MACHINES A COLONNE D'EAU,

INSÉRÉ

*Dans le tome III des Annales des Mines,*  
page 503;

PAR M. ROUSSEL - GALLE, Ingénieur au Corps royal  
des Mines.

---

Nous avons exposé, dans ce mémoire, la théorie générale des machines à colonne d'eau à simple effet, et de celles à double effet, destinées à produire un mouvement de rotation continu. Notre objet actuel est le développement de quelques points de cette théorie, ce qui nous conduira à résoudre différens problèmes d'hydrodynamique, et à reconnaître l'erreur dans laquelle Bossut est tombé en exprimant les conditions du mouvement de l'eau dans les tuyaux de pompe. Enfin, nous compléterons la théorie des machines à double effet.

L'équation (B) qui donne la vitesse  $u$  du piston en fonction de l'espace  $e$  parcouru au bout du temps  $t$ , est  $Mgde + \varphi(u)de + Kudu$

Tome V. 4<sup>e</sup>. livr.

H h

$$= Bg(h-e)de - B^2 N u du - B e u du - \frac{B u^2 de}{2} \\ - \frac{B^3 u^2 de}{2 Y^2}. \quad (B)$$

M est la somme des masses à élever, K celle des momens d'inertie de toutes les masses en mouvement à l'exception de la colonne motrice,  $\varphi(u)$  représente la somme des résistances des frottemens de toute espèce et des chocs qui s'opèrent à chaque solution de continuité. L'effet utile de la machine est  $Mge$ , et sa valeur déduite de l'équation précédente est :

$$Mge = Bge - \frac{Bge^2}{2} - \frac{B^2 Nu^2}{2} - \frac{Ku^2}{2} - B u^2 e \\ - \int de \varphi(u).$$

Je néglige le terme  $\frac{B^3 u^2 de}{2 Y^2}$  toujours très-petit.

On a vu que l'expression de la résistance occasionnée par les robinets, était de la forme  $\Sigma Ru^2$ ; quant à son élévation absolue, elle doit être faite ainsi: si on désigne par  $\rho$  l'air de l'ouverture d'un robinet, ou plutôt la plus petite section de la veine contractée que l'on sait, d'après l'expérience, être généralement les 62 centièmes de cette aire, par  $b$  la section du tuyau

auquel le robinet est adapté,  $\frac{Bz}{\rho}$  sera la vitesse du fluide à l'orifice, et  $\frac{Bz}{b}$  sera sa vitesse dans le tuyau: or, chaque tranche  $Bde$  perdant

brusquement à sa sortie du robinet la vitesse

$$\frac{Bz}{\rho} - \frac{Bz}{b} = Bz \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right),$$

la perte correspondante de force vive est

$$B^2 z^2 \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right)^2 Bde; \text{ on aura un résultat sem-}$$

blable pour chaque robinet, et, en général, pour chaque solution de continuité où le fluide perdra tout-à-coup une partie de sa vitesse, en passant d'un tuyau dans un autre d'un plus grand diamètre. Ainsi, le signe  $\Sigma$  désignant l'en-

semble de ces résultats,  $\Sigma \frac{B^3 u^2}{2} \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right)^2 de$

sera la différentielle de la quantité d'action perdue par suite des changemens brusques de vitesse, quantité dont on trouvera par conséquent la valeur en remplaçant  $z$  par son expression en  $e$ , et étendant l'intégration à la quantité  $Be$  d'eau dépensée par chaque course du piston. Cette force joue un rôle important dans les machines hydrauliques, et on ne doit jamais la négliger, si on veut avoir une mesure précise de leurs effets. Nous verrons plus bas, par un exemple, combien elle diminue l'effet utile, pour peu que soit considérable la différence entre les diamètres des tuyaux et ceux des orifices des robinets.

Outre cette résistance, il faudra, dans les machines à double effet, avoir égard à celle que le moteur doit vaincre pour faire sortir le fluide du cylindre principal, et dont la valeur est

$\frac{Beu^2 B^2}{2 \rho^{1/2}}$ ,  $\rho'$  étant l'ouverture de sortie, et le

mouvement étant supposé uniforme. Je ferai remarquer ici qu'on pourra négliger la perte relative au choc de l'eau contre les angles des tuyaux, lorsque ces angles seront adoucis par des courbes, ou lorsque la vitesse y sera très-petite.

Nous avons fait observer qu'au moyen de la valeur de  $z$  et de la formule  $u = \frac{de}{dt}$ , on pourrait trouver le temps de la levée du piston. Mais il sera plus simple et tout aussi exact de calculer seulement la vitesse moyenne en divisant, comme nous l'avons indiqué, la longueur  $e$  du cylindre principal, en un nombre  $n$  de parties égales et assez petites pour que, dans chacune, le mouvement puisse être considéré comme uniforme, et réduisant ensuite en nombre l'expression correspondante de  $u$ ; car la vitesse moyenne sera alors, en désignant par  $U, U', U'',$  etc., les valeurs successives de  $u$ ,

$$\frac{U + U' + U'' + \text{etc.}, U^{(n)}}{n}$$

La théorie des machines à colonne d'eau, à simple effet, s'applique immédiatement à celles à double effet, dont la colonne motrice serait partagée en deux par le cylindre principal, comme, par exemple, dans la *fig. 14*, Pl. II, et qui ne seraient pas munies d'un volant. La partie inférieure plonge dans un réservoir, et le cylindre étant ouvert par en bas, le piston re-

monte en vertu de la pression mesurée par la hauteur variable  $ah$ , qui ne doit point excéder celle de 10<sup>m</sup>, 4 ou 32 pieds.

S'il s'agit d'une machine à double effet, à laquelle soit adapté un volant, comme celle employée par M. Bouesnel, à l'extraction des minerais de plomb à Védrin, près de Namur, le mouvement du pistou deviendra sensiblement uniforme, et on pourra négliger les termes en  $du$ , dans l'équation (B), ce qui donnera:

$$Mg + \phi(U) = Bgh - \frac{BU^2}{2} - \frac{B^2U^2}{2Y^2}$$

On obtient ici pour  $U^2$  la même valeur que fournirait l'équation

$$u = \frac{A}{C} - \frac{A}{C} \left( \frac{1}{1 + \frac{Be}{2C}} \right)$$

laquelle convient, comme nous l'avons vu, aux machines à mouvement variable, et dont la colonne conserve la même hauteur. En effet, si on néglige le frottement de l'eau contre le cylindre principal, et si on suppose qu'aussitôt arrivé à l'extrémité de sa course, le pistou revient subitement en arrière, avec toute sa vitesse acquise, ce qui a lieu à fort peu près avec un volant, il se mouvra suivant la même loi que s'il parcourait toujours dans le même sens, un cylindre indéfini, imprimant à la quantité d'eau  $Bde$  la même vitesse que celle qu'elle posséderait à la sortie de la machine à mouvement al-

ternatif. La pression diminuant sans cesse, il viendra un terme où elle fera équilibre aux résistances, et c'est alors que le mouvement sera uniforme. Ainsi, bien que l'équation précédente n'ait lieu que pour les petites valeurs  $e$ , la limite de la vitesse variable s'en déduit rigoureusement, parce que la masse d'eau poussée par le piston étant constante, la résistance est indépendante de l'espace parcouru.

Dans le cas particulier qui nous occupe, trois robinets consomment constamment une partie de la force vive du moteur, savoir; celui qui sert à régler la vitesse de la machine, et ceux qui entretiennent le mouvement;

$\frac{B^3 u^2 e}{2} \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right)^2$  sera donc ici composé des trois

termes :

$$\frac{B^3 u^2 e}{2} \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right)^2 + \frac{B^3 u^2 e}{2} \left( \frac{1}{\rho'} - \frac{1}{B} \right)^2 + \frac{B^3 u^2 e}{2 \rho'^2},$$

$\rho$  désigne l'orifice du premier robinet,  $\rho'$  celui de chacun des deux autres; et  $b$  la section du tuyau montant.

En supposant, comme dans la machine de M. Boüesnel, que la hauteur de la colonne soit de 250 pieds, que l'orifice  $\rho = \frac{1}{5} b$ ,  $\rho' = b$ ,  $\frac{B}{b} = 4$ , et  $u = 2^{\text{p}}, 12$ , on trouvera, après les

calculs et la division, par la force accélératrice de la pesanteur qui, parce que nous prenons la seconde pour unité des temps, est de 30 pieds :

Pour le premier terme... 19<sup>p</sup>, 11 Be

Pour le second... 0,66 Be

Pour le troisième... 1,86 Be

TOTAL..... 21<sup>p</sup>, 63

La puissance étant Be, 250 pieds, on voit que dans cette machine il y a sur la hauteur de la colonne une perte de plus d'un douzième, uniquement due aux changemens de vitesse par les ouvertures des robinets, et cela abstraction faite de la contraction de la veine fluide, dont l'influence pourrait tripler ces résultats.

La théorie des pompes en mouvement est la même que celle des machines à colonne d'eau proprement dites. Ainsi, par exemple, l'effet produit par une force accélératrice constante, appliquée à l'extrémité de la tige d'un piston dont la base est M, et le poids P qui se meut avec la vitesse  $u$ , et élève à la hauteur E une colonne d'eau H, sera pour le mouvement uniforme,

$$FE = M g H E + P E + \frac{M^3 u^2 E}{2} \left( \frac{1}{K} - \frac{1}{M} \right)^2 + \frac{M u^2 E}{2}$$

Le troisième terme est la moitié des forces vives perdue par suite du choc des tranches du fluide à leur entrée dans le corps de pompe par l'ouverture K.

La force F et la quantité P étant respectivement représentées par le poids des colonnes d'eau dont la base serait M, et les hauteurs  $z$  et  $a$ , on aura  $M g z = F$ ,  $M g a = P$ , et par consé-

$$\text{quent, } z = H + a + \frac{u^2}{2g} \left( \frac{M}{K} - 1 \right)^2 + \frac{u^2}{2g}$$

Bossut trouve  $z = H + a + \frac{u^2}{2g} + X \left( \frac{M^2 - K^2}{M^2} \right)$ ;

X est l'excès de la hauteur de la colonne d'eau qui fait équilibre au poids de l'atmosphère sur celle de la colonne inférieure au piston et qui se meut par l'intermédiaire de ce poids.

D'après ce résultat, la force motrice serait variable, dans le cas même du mouvement uniforme, et dans la pratique il serait nécessaire, suivant Bossut, de prendre la valeur de z moyenne entre celles qui correspondraient aux valeurs extrêmes de X.

Pour arriver à l'équation du mouvement ascensionnel du piston, ce savant est parti d'un faux principe. Il dit, page 573 du tome I<sup>er</sup>. de son Traité d'hydrodynamique, que si le piston n'opposait point de résistance à l'eau qui le suit, la hauteur due à la vitesse de l'eau, à l'orifice

K, serait X; et conséquemment  $\frac{K^2 X}{M^2}$  serait de

même la hauteur due à la vitesse du fluide dans le corps de pompe, les vitesses étant en raison inverse des sections K et M. Donc, puisque l'eau prend la vitesse du piston, et que, d'un autre côté, la pression qui agit sous lui est évidemment égale au produit de la gravité par la

différence des hauteurs  $\frac{K^2 X}{M^2}$  et  $\frac{u^2}{2g}$ , il s'ensuit

que cette pression sera dans une position quel-

conque,  $gM \left( \frac{K^2 X}{M^2} - \frac{u^2}{2g} \right)$ . A cette force, qui

est celle dont l'élévation est fautive, comme

nous allons le voir, Bossut joint ensuite la force motrice F d'une part, et de l'autre, les forces opposées à celles-là, savoir: le poids du piston, celui de la colonne d'eau qui lui est superposée, et enfin le poids de l'atmosphère, et il arrive à l'équation différentielle

$$(a+h)udu = -gdX \left( z + \frac{K^2 X}{M^2} - \frac{u^2}{2g} - a - h - X \right).$$

Dans le premier membre, sont les masses à mouvoir, et dans le second, les forces accélératrices; on en tire lorsque  $du = 0$ , ou que le mouvement est uniforme, la valeur que nous avons rapportée plus haut,

$$z = a + h + \frac{u^2}{2g} + X - \frac{K^2 X}{M^2}. \quad (1)$$

Si l'expression  $gM \left( \frac{K^2 X}{M^2} - \frac{u^2}{2g} \right)$  est exacte,

elle doit donner la valeur de la pression pour tous les cas possibles. Or, lorsque la vitesse u du piston est nulle ou très-petite, on sait que cette force est rigoureusement égale à  $gMX$ ,

et non point à  $g \frac{MK^2 X}{M^2}$ , comme le donnerait la formule précédente, laquelle se réduira ainsi à

$gMX - \frac{Mu^2}{2}$ , et sera telle qu'on l'obtiendrait

de la valeur générale de la pression exercée par une colonne d'eau sur un piston en mouvement;

le terme  $X - \frac{K^2 X}{M^2}$  disparaîtra donc de l'équa-

tion (1), et il ne restera que  $z = a + h + \frac{u^2}{2g}$ , résultat incomplet auquel il manque l'expression de la résistance due aux vitesses perdues par les tranches fluides lorsqu'elles passent du tuyau d'aspiration dans le corps de pompe.

L'équation (B) représente généralement le mouvement d'un fluide incompressible dans un système de tuyau ou de vases qui, à cause de la supposition du parallélisme des tranches, doivent avoir exactement, ou à peu près, la forme cylindrique ou prismatique. Soit, par exemple, un vase divisé en compartimens par des cloisons horizontales  $b, b', b''$ , percés des ouvertures  $\rho, \rho', \rho''$ , la vitesse  $u$  d'écoulement par l'orifice extérieur B, lorsque l'uniformité du mouvement est établie, sera donnée par cette équation, dans laquelle on fera, outre  $du=0, M=0$ ; on aura donc, en négligeant le terme relatif aux frottemens, et remarquant qu'il se fait à la sortie de chaque orifice  $\rho$ , une perte de vitesse

$$Bz \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right),$$

$$\frac{B^3 u^2}{2} \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right)^2 + \frac{B^3 u^2}{2} \left( \frac{1}{\rho'} - \frac{1}{b'} \right)^2 + \frac{B^3 u^2}{2} \left( \frac{1}{\rho''} - \frac{1}{b''} \right)^2 \\ = Bg h - \frac{B u^2}{2} - \frac{B u^2}{2 Y^2}.$$

Si les orifices sont très-petits relativement aux sections  $b, b', b''$  du vase, on négligera les rap-

ports  $\frac{B}{b}, \frac{B}{b'}, \frac{B}{b''}$  et  $\frac{B}{Y}$ , et l'équation précédente deviendra :

$$\frac{B^3 u^2}{2 \rho^2} + \frac{B^3 u^2}{2 \rho'^2} + \frac{B^3 u^2}{2 \rho''^2} = Bg h - \frac{B u^2}{2},$$

d'où

$$u^2 = \frac{2 g h \rho^2 \rho'^2 \rho''^2}{\rho^2 \rho'^2 \rho''^2 + B^2 \rho'^2 \rho''^2 + B^2 \rho^2 \rho''^2 + B^2 \rho^2 \rho'^2},$$

résultat conforme à celui que Bossut a trouvé en suivant une autre méthode. Si les diaphragmes sont très-minces, ou que l'effet de la contraction n'ait point été corrigé par l'évasement des orifices, il faudra au lieu de  $\rho, \rho',$  etc., mettre  $0,62 \rho, 0,62 \rho'$ .

Supposons maintenant que le vase soit simple, et que le fluide s'échappe librement par un orifice P qui ne soit pas très-petit par rapport à la section supérieure Y, l'équation (B) se réduira, dans l'hypothèse du mouvement uniforme, à la suivante :

$$0 = g h - \frac{u^2}{2} - \frac{\rho^2 u^2}{2 Y^2}.$$

Le signe positif se rapporte au cas où les tranches  $Y dz$ , qui réparent les pertes du vase, sont déjà animées de la vitesse  $\frac{Bz}{Y}$ , et le signe

négatif au cas où elles acquièrent cette vitesse en vertu de leur adhérence aux tranches inférieures; on aura donc pour la vitesse d'écou-

$$\text{ment, } u = \sqrt{\frac{2 g h}{1 \pm \frac{\rho^2}{Y^2}}}.$$

L'effet et la vitesse des machines doubles, appliquées à l'épuisement et non munies de vo-



lans, telles que celles décrites dans le grand et bel ouvrage de M. Héron de Villefosse, se calculeront aussi par la théorie que nous avons exposée; mais si on veut analyser la chose avec toute la rigueur mathématique, on remarquera que dans ces machines le piston arrivant à l'une des extrémités du cylindre, reçoit le choc de la colonne motrice, dont la quantité de mouvement se répartit alors conformément à la loi du choc des corps non élastiques, entre cette colonne, le piston, le balancier et la masse d'eau à élever. Le mouvement s'accélère ensuite d'une extrémité à l'autre, suivant les lois que nous avons déterminées; mais bientôt cette accélération est à son terme, et cela, lorsque la différence entre la vitesse du piston à l'instant du choc, et celle qu'il a immédiatement après, dans le sens opposé, est précisément égale à l'accroissement de cette dernière pendant la demi-oscillation. Si donc on nomme  $V$ , la vitesse du piston au commencement de sa course, et lorsque les oscillations sont d'égale durée,  $u$  celle qu'il possède à un instant quelconque, la relation de  $u$  à  $V$  s'obtiendra en déterminant la constante de l'intégrale de l'équation

$$de(C'S - A + A'e) = dS \left( \frac{C + Be}{2} \right),$$

de manière qu'on ait à la fois  $u = V$  et  $e = 0$ , ce qui donnera, dans le cas où la hauteur de la colonne ne varie pas :

$$u = \frac{A}{C} - \left( \frac{A}{C} + V \right) \left( \frac{1}{1 + \frac{Be}{2C}} \right) \frac{2C}{B}$$

D'un autre côté, le moteur étant incompressible, sa quantité de mouvement est la même que celle d'un cylindre d'eau qui aurait le piston pour base, et, pour la longueur, celle de la colonne motrice; ainsi,  $M$  étant la masse de ce cylindre,  $U$  la plus grande valeur de  $u$ ,  $L$  et  $L'$  les longueurs des bras du balancier,  $K$  la somme des moments d'inertie du balancier, du piston et de la masse d'eau à élever, on aura entre  $U$  et

$$V \text{ l'équation suivante, } V = U \frac{(ML^2 - K)}{ML^2 + K},$$

fournie par la condition de l'équilibre autour de l'axe fixe du balancier, entre les quantités de mouvement effectives qui restent après le choc, et celles qui avaient lieu auparavant. Cette équation n'étant que du premier degré en  $V$  et en  $U$ , se combinera très-facilement avec la précédente; et, par leur moyen, on connaîtra  $V$  dont la valeur substituée dans celle-ci, donnera  $u$  en fonction de  $e$  et de quantités connues. On pourra donc alors calculer, comme ci-dessus, la vitesse moyenne par les différentes valeurs de  $u$  correspondantes à celles de  $e$ , et même il suffira des deux valeurs extrêmes et de celle qui se rapporte au point milieu de l'axe du cylindre principal.

Pour avoir l'effet utile, il faudra, dans l'expression générale  $Mge = Bgh - B^2 h f u du - K f u du - B f u^2 de - \int de \varphi(u)$ , prendre l'intégrale  $f u du$  entre les limites  $u = V$  et  $u = U$ , et il en résultera :

$$Mge = Bgh - (BN + K) \left( \frac{U^2 - V^2}{2} \right) - B f u^2 de - \int de \varphi(u).$$

Nous avons fait voir que

$$\varphi(u) = R + \sum \pi D l \left( 0,003416 \frac{B^2 u^2}{b^2} \right) \\ + \sum \frac{B^3 u^2}{2} \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{b} \right)^2 de.$$

Si nous n'avons rien dit encore du régulateur des machines à colonne d'eau, considéré comme résistance, c'est que la perte qu'il produit sur l'effet est en général très-petite et la moins importante de toutes celles dont nous avons tenu compte précédemment. A l'appui de cette assertion, je citerai les régulateurs des machines représentées sur la Planche XLIII et sur le compartiment inférieur de la Planche XLIV de l'Atlas de la Richesse minérale, qui sont de petits pistons mus immédiatement par la colonne d'eau; ils consomment, l'un le vingt-huitième, et l'autre le quarante-quatrième de la quantité d'eau dépensée par chaque course du grand piston, ainsi qu'on peut s'en assurer en comparant les volumes des petits cylindres de ces régulateurs aux volumes des cylindres principaux.

Telle me paraît être la théorie complète des machines à colonne d'eau. Il est important de remarquer que les diverses résistances qu'il faut y considérer étant, ou constantes ou proportionnelles au carré de la vitesse, nos formules, qui sont établies sur cette loi et sur les vrais principes de la mécanique, conduiront à des résultats conformes à l'expérience, lorsque celle-ci aura fourni toutes les données du calcul.

## ANALYSE

DU

### FER TITANÉ EN COUCHE, DU BRÉSIL,

ET DE QUELQUES AUTRES MINÉRAUX DU MÊME  
GENRE;

PAR M. P. BERTHIER,

INGÉNIEUR AU CORPS ROYAL DES MINES.

PARMI les minéraux que M. l'ingénieur Montlevade a recueillis au Brésil, et qu'il a envoyés à la collection de l'École des Mines, il en est un étiqueté *minerai de fer*, dont l'aspect diffère beaucoup de celui qu'affecte ordinairement ce genre de minerai. Il a paru d'autant plus intéressant de l'examiner chimiquement, qu'il se trouve en masses très-considérables. Selon M. Montlevade, il constitue des montagnes ou des bancs très-épais et très-étendus qui alternent avec des roches de formation intermédiaire. L'expérience ayant démontré que ce minéral est composé d'oxide de fer et d'oxide de titane, on a cru intéressant de réunir, dans cet article, l'analyse de quelques autres minéraux qui sont formés des mêmes élémens.

*Fer titané du Brésil.*

Le fer titané du Brésil est en masses com-

pactes, fissiles et ayant une grande tendance à se diviser en fragmens rhomboïdaux. Sa cassure est grenue presque compacte, à grains fins un peu écailleux. Sa couleur est le gris foncé; il n'a presque pas d'éclat. Toutes les fissures dont il est traversé présentent une pellicule de mica rougeâtre, et on y voit aussi çà et là des veinules de quartz. Il exerce une action très-forte sur le barreau aimanté, et la plupart de ses fragmens sont même doués des pôles magnétiques.

Il est attaqué par l'eau régale, et on en sépare aisément le fer par ce moyen. Le quartz reste mélangé avec l'oxide de titane. La séparation de ces deux corps est fort difficile à opérer, parce l'oxide de titane se dissout en quantité notable dans les acides et dans les alcalis. On n'y est parvenu qu'en traitant le mélange alternativement par la potasse et par l'acide muriatique à plusieurs reprises. L'analyse a donné pour résultat :

Peroxide de fer. . . . .	0,562
Oxide de titane. . . . .	0,410
Silice ou quartz. . . . .	0,025
Oxide de manganèse. . . . .	trace.

0,997

mais le fer ne pouvant se trouver dans le minéral qu'au second degré d'oxidation tout au plus, il faut retrancher de ces produits au moins 0,018 d'oxigène.

Les essais par la voie sèche ont donné des résultats plus précis, comme on va le voir, et ils ont mis à même de prononcer sur le degré d'oxidation du fer.

Le minéral du Brésil chauffé pendant une

heure dans un creuset brasqué de charbon, sans addition, à la température d'un essai de fer, ne s'est réduit qu'incomplètement.

Chauffé de la même manière avec addition de 0,13 de chaux, il a donné un culot métallique mal formé, du poids de 0,43, et une scorie noire imparfaitement fondue. Le culot métallique était un alliage de fer et de titane. Dans cette opération, la perte due au dégagement de l'oxigène a été de 0,184, ce qui prouve que la portion des oxides réduite contenait moins de 0,30 d'oxigène.

On a chauffé dans un creuset brasqué :

Minéral réduit en poudre.....	5g.,00
Verre terreux (silice, alumine, chaux)...	10 ,00
	<hr/>
	15 ,00

On a obtenu :

Fonte. ....	1g.,85	} total.	14g.,16
Scorie.....	12 ,31		
	<hr/>		
Oxigène dégagé.....	0 ,84		

On a ajouté :

Verre. ....	10g.,00
-------------	---------

Reste donc. .... 2 ,31 ou 0,461 de matières enlevées au minéral par le verre.

La fonte formait un culot bien arrondi, et quelques grenailles qu'il a été facile de recueillir. Elle était blanche, à cassure grenue très-éclatante. On y a recherché le titane; mais elle n'en contenait pas la moindre trace; c'était du fer pur.

La scorie était compacte, parfaitement fondue, vitreuse, à cassure largement conchoïde et très-éclatante, opaque, d'un très-beau noir

un peu violacé sur les bords. A l'extérieur elle était recouverte d'un enduit métallique extrêmement mince, d'un beau rouge de cuivre. On en a fait l'analyse pour rechercher quelle proportion d'oxide de fer elle avait retenu. On a trouvé qu'elle en contenait 0,01 à 0,02 de son poids. D'autres expériences ont prouvé qu'on pouvait évaluer la proportion moyenne à 0,015. D'après tout ce qui précède, on voit que le minéral du Brésil a donné :

Fonte. ....	0,370
Oxigène.....	0,168
Oxide de fer.....	0,020
Oxide de titane....	0,417
Quarz. . . . .	0,025
	<hr/>
	1,000

Si tout l'oxigène dégagé appartenait au fer, l'oxide contenu dans le minéral en renfermerait 0,31; mais tout porte à croire que l'oxide de titane en se vitrifiant au contact du charbon, abandonne aussi une certaine quantité de ce gaz; dès-lors, l'oxide de fer du minéral en contient moins de 0,31. Les expériences suivantes ont été entreprises dans le but de déterminer la proportion d'oxigène que perd l'oxide de titane en se vitrifiant.

Après avoir constaté par l'analyse que l'oxide de titane des environs de Limoges ne renferme pas d'autres substances étrangères que 0,02 au plus d'oxide de fer et une trace d'oxide de manganèse, on a chauffé dans un creuset brasqué de charbon à la température d'un essai de fer :

## DU FER TITANÉ.

5 gr. de cet oxide  
et 10 gr. de verre terreux.

On a obtenu une scorie pesant	15	148,94
Perte.....	0,16	
ou 0,032 du poids de l'oxide.		

La scorie formait un culot parfaitement fondu, ayant à l'extérieur l'éclat métallique et la couleur du cuivre; mais à l'intérieur compacte, vitreux, à cassure conchoïde luisante, d'un très-beau noir et opaque, même dans les éclats les plus minces.

On a chauffé au creuset brasqué de la même manière :

Oxide de titane pur. 15,00  
Verre terreux..... 4,00

On a obtenu une scorie pesant	5,00	48,95
Perte.....	0,05	
ou 0,05 de l'oxide.		

Cette scorie ressemblait tout-à-fait à la précédente; seulement, comme elle était moins chargée d'oxide de titane, on voyait sur ses bords minces qu'elle avait une légère transparence et qu'elle était d'un bleu pourpre très-foncé.

La moyenne de la perte dans ces deux expériences a été de 0,04. Quoique peu considérable, je ne la crois pas accidentelle, et je l'attribue à un dégagement de gaz oxigène; d'une part, parce que les expériences ont été faites avec beaucoup de soin, et de l'autre, parce que quand on fond dans des creusets non brasqués les mélanges qui donnent des verres noirs et

opaques dans des creusets brasqués de charbon, les verres que l'on obtient ont un aspect tout différent; ils sont alors compactes, translucides ou tout-à-fait transparens, marbrés de jaune de miel, de rouge de cannelle et de brun, et ils présentent dans plusieurs parties une texture cristalline aciculaire très-prononcée. Cette grande différence d'aspect ne peut être expliquée que par une désoxidation opérée par le contact de la brasque, et cet effet est d'autant plus vraisemblable que l'on remarque que la partie supérieure des verres titanifères fondus dans des creusets non brasqués, est presque toujours noire et opaque comme les verres préparés avec le contact du charbon, sans doute parce que les gaz combustibles qui remplissent le creuset, opèrent la désoxidation des parties qu'ils touchent. Au surplus, ces phénomènes, qu'on a déjà observés au chalumeau, n'ont rien qui doivent surprendre. La plupart des métaux difficiles à réduire, tels que le manganèse, etc., en présentent d'analogues.

Si l'oxide de titane perd réellement 0,04 d'oxigène lorsqu'il se vitrifie avec le contact du charbon, des 0,168 d'oxigène dégagé dans l'essai du minéral du Brésil, 0,018 environ appartiennent à l'oxide de titane, et les 0,15 restant combinés aux 0,37 de fer, donnent un oxide à 0,29 d'oxigène, proportion qui s'approche beaucoup de celle du deutoxide. Il y a tout lieu de croire effectivement que c'est le deutoxide de fer que renferme le minéral du Brésil, et que ce deutoxide est simplement mélangé avec l'oxide de titane. Il est évident, en effet, que le fer ne peut être oxidé au maximum, puisqu'il agit sur le bar-

reau aimanté; et que, d'un autre côté, il ne peut être au minimum; car alors il n'aurait perdu dans l'essai que 0,11 d'oxigène, et il faudrait par conséquent que l'oxide de titane en eut perdu 0,14. Il est très-probable, enfin, que les oxides fer de et de titane ne sont que mélangés, d'abord parce que ces oxides se trouvent réunis en proportions très-variables dans un grand nombre de minéraux, et ensuite parce que les composés à base de deutoxide de fer sont rares, s'il est vrai qu'il en existe.

D'après tout ce que nous venons de dire, on voit que le fer titané en roche du Brésil doit contenir :

Deutoxide de fer.....	0,540
Oxide de titane.....	0,435
Quarz.....	0,025
	1,000

On peut conclure aussi des expériences qui précèdent, et ces conclusions seront confirmées par les expériences que nous rapporterons plus tard :

1°. Que l'on sépare facilement et nettement l'oxide de fer de l'oxide de titane, en chauffant le mélange dans un creuset, brasqué de charbon, avec un verre terreux; ce verre se charge de tout l'oxide de titane sans presque dissoudre d'oxide de fer, tandis que celui-ci se réduit complètement sans entraîner de titane, pourvu que le verre terreux soit employé en quantité telle que la scorie ne contienne pas beaucoup plus du cinquième de son poids d'oxide de titane;

2°. Que l'oxide de titane paraît augmenter beaucoup la fusibilité des verres terreux, lors même qu'il y entre pour un tiers de leur poids;

Nouveau  
moyen de sé-  
parer le fer  
du titane.

Traitement  
métallurgi-  
que du fer  
titané.

3°. Enfin, qu'il serait très-facile de traiter en grand les minerais de fer titanés, et qu'ils produiraient de très-bon fer.

On peut remarquer que l'oxide de titane se conduit dans toutes les expériences par la voie sèche, absolument comme l'oxide de manganèse. (On verra bientôt que le titane peut s'allier au fer comme le manganèse.) Il serait intéressant de rechercher si les minerais de fer titanés donnent, comme les minerais de fer manganésés, de la fonte éminemment propre à la fabrication de l'acier naturel (1).

#### *Fer titané d'Expailly.*

On trouve dans le petit ruisseau appelé *Riou-Pézouliou*, qui coule à Expailly, auprès de la ville du Puy, un sable volcanique qui renferme des zircons, etc., et une très-grande quantité de grains de fer titané. Ces grains ont jusqu'à la grosseur d'un pois. Comme ils sont très-magnétiques, il est facile de les séparer de tous les autres minéraux avec lesquels ils sont mélangés, à l'aide du barreau aimanté. M. Cordier les a analysés, et il y a trouvé (2):

Peroxide de fer. . . . .	0,820
Oxide de titane. . . . .	0,126
Oxide de manganèse. . . . .	0,045
Alumine. . . . .	0,006

0997

(1) On sait que depuis quarante ans on traite par la méthode catalane, à Avellino, près de Naples, un sable titané qu'on ramasse sur la côte. Ce sable rend 53 pour 0/0 et produit beaucoup d'acier; tandis que le minerai de l'île d'Elbe, quoique traité par le même procédé, ne fournit presque que du fer; (*Journal des Mines*, n°. 17, p. 15.)

(2) *Journal des Mines*, t. XXI, p. 256.

L'analyse que j'en ai faite m'a donné des résultats peu différens :

En traitant par l'eau régale bouillante, il est resté 0,094 d'oxide de titane très-blanc; l'ammoniaque à ensuite précipité de la dissolution 0,934 de tritoxide de fer et d'oxide de manganèse. Ce précipité, repris par l'acide muriatique, a encore laissé 0,006 d'oxide de titane. Ainsi, par la voie humide, le minéral a donné :

Oxide de titane. . . . .	0,100
Peroxide de fer et oxide de manganèse. . . . .	0,934

1,034

L'augmentation de poids prouve que le fer est tout au plus au second degré d'oxidation.

On a fondu dans un creuset brasqué de charbon, sans addition :

Minéral en poudre. . . . . 10gr.

On a obtenu un culot métallique pesant. . . 75,59

La perte due à l'oxygène a donc été de. . . 28,41

intermédiaire entre celle qu'aurait éprouvé du protoxide et du deutoxide de fer. Le culot était compacte, homogène, dur et tenace, d'un rouge de cuivre dans quelques points de sa surface. Il avait conservé exactement la forme de la brasque, ce qui prouve qu'il n'avait pas éprouvé une fluidité aussi grande que la fonte ordinaire. Il n'y avait pas de scorie.

On a fondu au creuset brasqué :

Minéral en poudre. . . . . 10 g.

Verre terreux. . . . . 6

16,00

On a obtenu :

Fonte.....	6,50	} total....	13,88
Scorie.....	7,38		

Oxigène dégagé..... 2,12

Les 7,38 de scories devaient contenir 1,38 d'oxide de titane, d'oxide de manganèse et d'oxide de fer enlevés au minéral.

La fonte était en très-grosses grenailles écaillieuses brillantes, disséminées à la surface de la scorie. Il a été très-facile de la recueillir. On l'a analysée et on y a trouvé environ 0,025 de carbone de fer, mais point de titane ni de manganèse.

La scorie était parfaitement fondue, compacte, vitreuse, à cassure conchoïde luisante, d'un beau noir et opaque. Sa surface avait la couleur et l'éclat métallique du cuivre.

D'après ce qui a été dit plus haut, elle devait contenir environ 08,08 d'oxide de fer, et comme le minéral lui avait fourni 15 d'oxide de titane, elle devait renfermer en outre 08,3 d'une autre substance. Cette substance était de l'oxide de manganèse dont on avait reconnu la présence au moyen de la fusion avec de la potasse.

D'après cela, le fer titané d'Expailly a donné :

Fonte.....	0,650
Oxigène.....	0,212
Oxide de fer.....	0,008
Oxide de titane.....	0,100
Oxide de manganèse...	0,030
	1,000
ou Oxide de fer.....	0,870
Oxide de titane.....	0,100
Oxide de manganèse..	0,030
	1,000

Dans ces deux expériences la perte, si elle représentait exactement l'oxigène dégagé, indiquerait un oxide de fer intermédiaire entre le protoxide et le deutoxide. Pour avoir la proportion réelle de l'oxigène, il faudrait, à la vérité, ajouter à la perte la quantité de charbon combiné dans la fonte; mais cette quantité ne peut être assez considérable pour que la proportion d'oxigène atteigne celle qui convient au deutoxide. Peut-être le minéral d'Expailly est-il un mélange de deutoxide de fer et de titane de protoxide du même métal?

#### *Fer titané de l'île des Siècles.*

La petite île des Siècles est peu distante des côtes de la Bretagne. Ses plages sont couvertes d'amas, à ce qu'il paraît assez considérables, d'un sable titanifère qui a beaucoup d'analogie avec le sable de Saint-Quay, département des Côtes-du-Nord, que M. Descostils a examiné (1). Il est composé de grains dont la grosseur atteint rarement celle de la tête d'une épingle. La plupart sont noirs; mais il y en a de blancs, de roses, de bleus et de jaunes. Les grains noirs appartiennent au fer titané, les autres sont des pierres dures de diverse nature; mais il est à remarquer qu'en les examinant à l'aide d'une forte loupe, on n'en distingue aucuns qui aient l'apparence de fragmens de roches volcaniques. Il est très-facile d'obtenir des grains noirs sans mélange, par le moyen du lavage à l'augette à main.

(1) *Journal des Mines*, t. XVI, p. 61.

Les grains noirs sont de deux espèces. Lorsqu'on les a obtenus ensemble par le lavage, on en opère aisément le triage à l'aide du barreau aimanté. Les uns s'y attachent rapidement, tandis que les autres, qui n'exercent qu'une action très-faible sur l'aimant, restent en place.

Les grains magnétiques sont les moins nombreux. Ils forment environ la dixième partie du sable. Ils sont d'un noir peu brillant. Leur poussière est également noire. On n'a pu en recueillir que 3g,14. On les a chauffés au creuset brasqué sans addition, à la température d'un essai de fer. Ils ont produit un culot métallique du poids de 2g,52; la perte 0g,62 ou 0,28, est à-peu-près celle qu'aurait éprouvé du deutocide de fer pur; mais le culot était évidemment un alliage de fer et de titane; car il n'avait pas éprouvé une fusion parfaite; il était poreux, grenu, très-dur, gris à l'intérieur et d'un rouge de cuivre à l'extérieur; cet aspect annonce qu'il devait contenir plus de 0,10 de titane. On n'en a pas fait l'analyse.

Les grains non magnétiques sont d'un noir de jais et très-éclatants. Leur poussière est d'un brun foncé. L'eau régale les attaque et en sépare de l'oxide de titane pur. On y a trouvé par la voie humide :

Peroxide de fer..... 0,410

Oxide titane..... 0,552

Oxide manganèse..... 0,053

1,015

Par la voie sèche, on a fondu au creuset brasqué :

Minéral en poudre.....	4,00
Verre terreux.....	8,00
	<hr/>
	12,00

On a obtenu :

Fonte.....	1g,00	} total..	11,65
Scorie.....	10,65		
	<hr/>		
Oxigène dégagé.....	0,35		

La fonte était grise et malléable. Elle formait un culot et des grenailles que l'on a recueillies soigneusement à l'aide du barreau aimanté.

La scorie était bien fondue, mais caverneuse, à cassure vitreuse et luisante, opaque, d'un noir foncé nuancé de bleu de lavande à l'intérieur et d'un rouge de cuivre à l'extérieur; comme elle contenait 8g de verre terreux, elle a du prendre au minéral 2g,65, c'est-à-dire, les 0,66 de son poids d'oxides de titane, de manganèse et de fer. En admettant que la proportion de celui-ci fut de 0g,15, il resterait 2,50 d'oxides de titane et de manganèse, quantité de très-peu plus considérable que celle trouvée par l'analyse humide, et le minéral donnerait :

Fonte.....	0,250
Oxigène.....	0,088
Oxide de fer.....	0,040
Oxide de titane.....	0,569
Oxide de manganèse, ..	0,053
	<hr/>
	1,000

Lors même que l'oxigène dégagé dans l'essai appartiendrait tout entier à l'oxide de fer, la quantité n'en serait pas assez grande pour constituer cet oxide au second degré; si l'on admet au contraire, d'après les expériences précédentes, que 0,018 d'oxigène proviennent de l'oxide de titane, il en restera 0,07 qui, avec les 0,25 de



fonte, formeront exactement du protoxide, et le minéral se trouvera composé de :

Protoxide de fer.....	0,360
Oxide de titane.....	0,587
Oxide de manganèse. . .	0,053

1,000 (1)

Ce serait donc une combinaison d'oxide de titane avec le protoxide de fer et le protoxide de manganèse, un véritable titanate totalement différent du fer titané ordinaire qui ne paraît être le plus souvent qu'un mélange, en proportions variables, de deutoxide de fer et d'oxide de titane, ou de deutoxide de fer et de titanate de protoxide. Malheureusement, je n'avais pas assez de matière pour vérifier ce résultat par de nouvelles expériences; mais je le crois exact, et il n'a rien d'ailleurs qui doive étonner. En effet, on sait que beaucoup de sels à base de protoxide de fer sont noirs lorsqu'ils ne renferment pas d'eau, tels sont les silicates, phosphates,

(1) M. Descostils a trouvé dans la partie non attirable du sable de Saint-Quay :

Tritoxide de fer.....	0,440
Oxide de titane.....	0,540
Oxide de manganèse. . .	0,015

0,995

composition presque identique avec celle du sable de l'île des Siècles. (*Journal des Mines*, t. XVI, p. 65.)

Le fossile de Bodemnaïs, en Basse-Bavière, noir, non magnétique, etc., et qui a donné à M. Vauquelin :

Oxide de titane.....	0,49
Oxide de fer.....	0,49
Oxide de manganèse. . .	0,02

1,00

paraît être encore de même nature que le minéral de l'île des Siècles. (*Journal des Mines*, t. IV, p. 57.)

tungstates, etc., et qu'en même temps ces sels n'agissent point, ou n'agissent que très-faiblement, sur l'aiguille aimantée lorsqu'ils ne contiennent pas un certain excès de base. Au contraire, si le fer titané de l'île des Siècles n'était pas tel que je le suppose, il serait bien extraordinaire qu'il fut privé de toute vertu magnétique, tandis que le moindre mélange de deutoxide de fer dans un minéral quelconque se décele ordinairement par le mouvement qu'il imprime à l'aiguille aimantée, et que le fer titané du Brésil, qui renferme près de moitié de son poids d'oxide de titane, jouit de la polarité jusque dans ses plus petits fragmens.

M. Cordier a fait voir (1) que le fer titané est extrêmement abondant dans les terrains volcaniques, et que tous les grains magnétiques que l'on trouve dans les dix-neuf vingtièmes des roches de cette formation, renferment une plus ou moins grande quantité de titane. L'existence du fer titané en couches immenses dans un terrain incontestablement d'origine neptunienne, prouve que la proposition inverse ne serait pas admissible, c'est-à-dire, qu'une roche ne pourrait pas être considérée comme volcanique par cela seulement qu'elle contiendrait du fer titané. Cette proposition serait d'autant moins exacte que l'on sait que le fer titané a été observé ailleurs qu'au Brésil, dans des terrains non volcaniques. Le minéral d'Aschaffembourg, qui contient, d'après Klaproth :

Oxide de fer.....	0,78
Oxide de titane.....	0,22

1,00

(1) *Journal des Mines*, t. XXIII, p. 55.

est incontestablement dans ce cas, puisqu'on le rencontre en gros morceaux dont *quelques-uns sont renfermés dans du quartz gras*. Le sable de l'île des Siècles, ainsi que le sable de Saint-Quay, semblent être aussi tout-à-fait étrangers aux volcans; car ils ne renferment pas de débris évidemment volcaniques, et, outre le fer titané ordinaire aux volcans, ils en contiennent une autre variété qui paraît leur être étrangère. La variété dite *isérine*, qu'on retire du sable de la rivière Don, dans l'Aberdeenshire, est accompagnée de quartz et de feldspath, etc., et il est remarquable qu'elle se trouve en même temps associée comme le titanate de l'île des Siècles et de Saint-Quay, à des grains de fer titané magnétique analogue à celui des volcans. Le ménakanite a été rencontré dans des montagnes de schiste micacé, à Gènes. M. Berzélius a découvert, par des expériences au chalumeau, la présence du titane dans le minerai de fer de l'île d'Elbe; M. Robiquet vient de trouver que le fer oxidulé octaèdre, qui abonde dans les roches stéatiteuses de la Corse, contient 0,06 d'oxide de titane. Enfin, tous ceux qui ont souvent occasion de faire des essais de minerai de fer, savent que presque tous les oxides métalloïdes donnent des scories qui ont à l'extérieur la couleur et l'éclat métallique du cuivre, indice certain de la présence du titane. Il semble que le mélange d'oxide de titane soit aussi habituel aux minerais de fer oxidé métalloïde, que l'est le mélange d'oxide de manganèse aux minerais de fer oxidé terreux, etc., et aux minerais de fer carbonaté.

---



---

## EXTRAIT

*D'un Rapport fait à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, sur la fabrication de limes de M. Musseau (1); par M. Héricart de Thury, ingénieur en chef au Corps royal des Mines.*

LA fabrication des limes, sur laquelle la France a été si long-temps en retard, y a fait, depuis quelques années, les plus rapides progrès. Des manufactures s'y sont élevées sur plusieurs points, et l'on a remarqué, avec intérêt, à l'exposition du Louvre, les limes de MM. Saint-Bris, d'Amboise; Montmouceau, d'Orléans; Garrigou, de Toulouse; Irroy, d'Arc, près Gray; Ruffié, de Foy; Rochet, de Bèze; Rivals-Gincla, de Ville-Monstauson; celles de l'École royale des Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne (2), et les produits en ce genre de nos fabriques de Paris, dont plusieurs jouissent d'une réputation justement méritée, et soutiennent la concurrence avec les manufactures les plus renommées.

Au nombre de ces fabriques, il en est une sur laquelle il importe de fixer particulièrement l'attention; c'est celle de M. Musseau, mécanicien-acieriste, qui, après avoir d'abord employé les aciers anglais dans sa fabrication, les a ensuite remplacés, avec le plus grand succès, par nos aciers fondus de MM. Millerey, de la

---

M. Musseau, fabricant de limes de toutes espèces, faubourg Saint-Antoine, n°. 137.

(2) Voyez *Annales des Mines*, t. V, p. 62 et 98.

Bérardière; et Robin-Peyret, de Saint-Etienne, sans que sa fabrication en ait aucunement souffert, et qu'aucun consommateur se soit aperçu de cette importante substitution (1).

M. Héricart de Thury, rapporteur du Jury d'admission des produits de l'industrie du département de la Seine à l'exposition du Louvre, n'a rien négligé pour reconnaître la qualité des limes de M. Musseau; il a suivi sa fabrication avec le plus grand soin; il a fait de nombreux essais pour en déterminer le classement, comparativement avec les limes des autres fabriques; enfin, il s'est assuré, par les factures et les registres de ce fabricant, de l'origine des aciers qu'il employait.

Parvenu, à force de dépenses et de sacrifices, à faire des limes que nos artistes en tout genre ont jugées pouvoir être comparées aux meilleures limes anglaises, M. Musseau a repoussé les propositions les plus séduisantes; il a refusé, avec un sentiment d'orgueil national qu'on ne saurait trop applaudir, de poinçonner ses limes au nom de la célèbre fabrique anglaise de *Bramah*, dénomination à la faveur de laquelle on lui promettait de les vendre comme limes anglaises.

Parmi les aciéristes, mécaniciens, serruriers, taillandiers et quincailliers, qui font usage des limes de M. Musseau, le rapporteur a cité :

1°. M. Schey, fabricant d'acier poli, qui a déclaré n'avoir jamais trouvé, dans le commerce, des limes telles que celles que M. Musseau exécute pour son usage particulier, et qu'il préfère, pour la qualité, à toutes celles qu'il a pu essayer;

(1) Voyez *Annales des Mines*, t. V, p. 55.

2°. M. John Collier, mécanicien distingué, associé de M. Poupard de Neuflize, auteur de la *Tondeuse*, exposée au Louvre (1);

3°. M. Richer, ingénieur en instrumens de physique et de mathématiques, qui n'emploie plus que les limes de M. Musseau, les trouvant, pour la taille, la forme et la qualité, supérieures à toutes celles dont il avait fait usage jusqu'au moment où il a essayé celles-ci;

4°. M. Georget, célèbre mécanicien pour la haute serrurerie, qui certifie que les limes dont il s'agit ne laissent rien à désirer;

5°. M. Le Page, arquebusier du Roi, M. Prélat, M. Fatou et MM. Pottel frères, arquebusiers, qui ont déclaré ne se servir que des limes de M. Musseau, et qu'elles sont d'une excellente qualité;

6°. MM. Lefèvre jeune, Piat, Vatinelle, Henriot, d'Herbecourt, Mangery, Michelbach et Thonnellier, marchands quincailliers, qui ont tous témoigné leur satisfaction pour ces limes, qu'ils assimilent à celles de Raoul, en reconnaissant cependant que M. Musseau est le seul qui fabrique certaines espèces qu'on ne trouve point dans le commerce;

7°. MM. Josset, Nerrière, Chevré, scieurs à la mécanique, qui ont affirmé que les limes dont ils se servaient pour affûter leurs scies étaient de la fabrique de M. Musseau, qu'ils les employaient avec le plus grand succès, et qu'essayées comparativement avec les limes de scieurs qu'ils trouvaient dans le commerce, elles avaient une telle supériorité, qu'ils n'en

(1) Voyez *Annales des Mines*, t. V, p. 452.

prenaient plus d'autres, quoiqu'elles fussent d'un prix plus élevé que celles dont ils s'étaient servis jusqu'alors;

8°. Enfin, MM. Tardy, Kolbe, Cormenin, etc. serruriers, après bien des essais comparatifs sur la taille, la qualité et la trempe, ont attesté que les limes de M. Musseau étaient parfaitement faites, dans les formes et les proportions les plus satisfaisantes, d'une taille uniforme et semblable à celle des limes de Raoul, et qu'elles étaient d'un excellent usage.

M. Héricart de Thury, en terminant son rapport, a annoncé : 1°. que les procédés de M. Musseau présentent plusieurs moyens nouveaux, très-simples, bien entendus, et qui ne peuvent laisser aucun doute sur leur supériorité; 2°. que cette fabrication prend, de jour en jour, les plus grands développemens; 3°. que M. Musseau y emploie, avec le plus grand succès, des orphelins infirmes qui ne pourraient trouver à se placer dans aucun atelier; 4°. qu'il fournit les premiers magasins de quincailliers; 5°. qu'il est parvenu à un tel point de perfection qu'il ne craint aucune comparaison avec les limes des meilleures fabriques; 6°. qu'outre la partie des limes, M. Musseau exécute, avec la même perfection, toute espèce d'instrumens d'acier à l'usage des mécaniciens et aciéristes (1).

(1) La Société d'Encouragement a décerné à M. Musseau une médaille d'argent.

## ANALYSE

DE

### L'EAU DE DEUX SOURCES MINÉRALES

#### DE CHAUDES-AIGUES (CANTAL);

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

J'AI inséré dans le *Journal des Mines* (tome XXVII, page 141), la description des sources minérales de Chaudes-Aigues, et j'ai donné l'analyse de l'eau de la plus considérable de ces sources, qui paraît au jour au milieu de la place publique. Les deux sources les plus importantes après celles-ci coulent dans la maison de l'aubergiste Felgère, qui en fait usage pour le service des malades. Le sieur Felgère, jaloux de perfectionner l'établissement déjà avantageusement connu de son père, auquel il a succédé depuis quelques années, a fait remettre son auberge à neuf. Il a, en même temps, augmenté le nombre des baignoires et construit les douches sur un meilleur plan. Il offre maintenant au public une maison bien tenue, et dans laquelle les malades trouvent toutes les commodités désirables. Pour mettre les médecins en état d'employer ses eaux avec

toute connaissance de cause, il a désiré que l'analyse en fût faite. Je me suis chargé volontiers de ce travail, dont l'utilité est évidente; et, d'après mes instructions, le sieur Felgère m'a transmis, au laboratoire de l'Ecole des Mines, les eaux pures et réduites par l'évaporation qui m'étaient nécessaires.

Source du milieu.

La source dite *du milieu* marque 68° au thermomètre de Réaumur. Elle produit 1,000 litres d'eau par heure, ou 24 mètres cubes en vingt-quatre heures.

L'eau de cette source n'a qu'une très-faible saveur; elle rougit sensiblement, mais lentement, la couleur bleue del tournesol; elle se trouble et laisse dégager des bulles d'acide carbonique lorsqu'on la fait bouillir; elle forme, dans les tuyaux de conduite qu'elle parcourt, des dépôts concrétionnés à cassure radiée et nuancée de blanc et de jaune.

25 litres évaporés sur les lieux, avec tout le soin possible, ont produit 28,80 de matières insolubles ou 0,000112, et 168,80 de sels alcalins calcinés, ou 0,000672.

La matière insoluble s'est trouvée composée de :

Carbonate de chaux.....	1g,45	} 1g,80
Carbonate de magnésie.....	0,25	
Silice.....	0,10	
Oxide de fer.....	trace.	

58 des sels alcalins ont donné par les réactifs, après avoir été neutralisés par l'acide acétique, 0,03 de silice gélatineuse, 08,40 de sulfate de baryte, qui correspondent à 0,14 d'acide sulfurique, et 28,30 de muriate d'argent, qui cor-

respondent à 0,44 d'acide muriatique. D'après cela, ces sels devaient être composés de :

Acide sulfurique.....	0,028	ou	Sulfate de soude.....	0,050
Acide muriatique.....	0,088		Muriate de soude.....	0,187
Acide carbonique.....	0,302		Sous-carb. de soude.....	0,757
Soude.....	0,576			
Silice.....	0,006		Silice.....	0,006
			1,000	1,000

On a mêlé un litre d'eau, prise à la source et conservée dans une bouteille bien bouchée, avec un excès d'eau de chaux. Il s'est formé un précipité qui, desséché, a pesé 18,95; comme il devait contenir environ 0,10 de matières terreuses que l'eau tenait en dissolution à la faveur de l'acide carbonique, reste 18,85 de carbonate de chaux provenant de la combinaison de l'acide carbonique avec la chaux, qui correspondent à 08,814 de cet acide, ou 0,000814 du poids de l'eau. Or, la portion de soude contenue dans l'eau qui n'est point combinée avec les acides sulfurique et muriatique, devant absorber 0,000411 d'acide carbonique pour former un bi-carbonate, il ne doit rester dans l'eau que 0,000403 d'acide carbonique libre. Cet acide retient en dissolution 0,000112 de carbonate de chaux, etc.

L'eau de la source du milieu contient donc :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Acide carbonique libre..	0,0004030	0,0004030
Silice. . . . .	0,0000420	0,0000420
Oxide fer. . . . .	trace.	trace.
Carbonate de chaux. . .	0,0000600	0,0000600
Carbonate de magnésie..	0,0000100	0,0000100
Bi-carbonate de soude..	0,0007193	0,0007720
Muriate de soude. . . .	0,0001247	0,0001317
Sulfate de soude. . . . .	0,0000335	0,0000760
	<u>0,0009895</u>	<u>0,0010917</u>

Si l'on supposait la soude à l'état de sous-carbonate, on aurait :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Acide carbonique libre..	0,0006080	0,0006080
Silice. . . . .	0,0000420	0,0000420
Oxide de fer.. . . . .	trace.	trace.
Carbonate de chaux. . .	0,0000600	0,0000600
Carbonate de magnésie..	0,0000100	0,0000100
Sous-carbon. de soude. .	0,0005138	0,0015980
Muriate de soude. . . .	0,0001247	0,0001317
Sulfate de soude. . . . .	0,0000335	0,0000760
	<u>0,0007840</u>	<u>0,0017177</u>

Cette analyse a été faite avec le plus grand soin, et je la crois très-exacte. Les résultats diffèrent un peu de ceux que m'a fournis l'eau de la grande source il y a dix ans. Cependant je pense qu'il n'y a réellement aucune différence entre ces deux sources, et que celle *du milieu*

est un peu moins chaude que celle de *la grande place*, seulement parce qu'elle fait un plus long circuit dans les canaux souterrains qui l'amènent au jour. Comme d'ailleurs l'analyse que je publie maintenant a été faite par des moyens plus simples et plus précis que ceux que l'on connaissait il y a dix ans, et sur-tout que l'on a employé cinq fois plus d'eau que pour la grande source, il y a tout lieu de croire que les résultats ci-dessus sont plus exacts que ceux que j'ai donnés autrefois, et qu'ils représentent mieux la véritable composition des deux principales sources de Chaudes-Aigues.

*La source tiède* ne produit que 200 litres d'eau par heure, ou 4<sup>m</sup>.8 en vingt-quatre heures. Elle ne marque que 26 à 28° au thermomètre de Réaumur. L'eau de cette source a une légère saveur, et rougit faiblement le tournesol, comme celle de la source du milieu.

15 litres évaporés sur les lieux ont produit 1<sup>g</sup>.48 de matières insolubles, ou 0,000099, et 9<sup>g</sup>.28 de sels alcalins calcinés, ou 0,000619. On a trouvé la matière insoluble composée de :

Carbonate de chaux. . . . .	0,68	} 1 <sup>g</sup> .48
Carbonate de magnésie. . . . .	0,30	
Silice. . . . .	0,50	
Oxide de fer.. . . . .	trace.	

5<sup>g</sup>. des sels alcalins ont donné par les réactifs 0<sup>g</sup>.012 de silice, 0<sup>g</sup>.42 de sulfate de baryte, qui équivalent à 0<sup>g</sup>.144 d'acide sulfurique, et 2<sup>g</sup>.13 de muriate d'argent, qui équivalent à 0,41 d'acide muriatique. D'après cela, ces sels sont composés de :

Acide sulfurique. . . . .	0,0288	ou Sulfate de soude. . . . .	0,0514
Acide muriatique. . . . .	0,0820	Muriate de soude. . . . .	0,1766
Acide carbonique. . . . .	0,3010	Sous-carb. de soude. . . . .	0,7520
Soude. . . . .	0,5682		
Silice. . . . .	0,0200	Silice. . . . .	0,0200
	<u>1,0000</u>		<u>1,0000</u>

On a mêlé un litre d'eau, prise à la source, avec un excès d'eau de chaux. Le précipité, fortement calciné, a pesé 0<sup>g</sup>,92, en en retranchant 0,098 de matières terreuses dissoutes dans l'eau; il reste 0<sup>g</sup>,822 de chaux caustique qui avaient dû absorber 0<sup>g</sup>,64 d'acide carbonique. D'après cela, et par des calculs analogues à ceux qui ont été exposés plus haut, on trouve que l'eau de la source tiède doit contenir :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Acide carbonique libre. . . . .	0,0002670	0,0002670
Silice. . . . .	0,0000450	0,0000450
Oxide de fer. . . . .	trace.	trace.
Carbonate de chaux. . . . .	0,0000400	0,0000400
Carbonate de magnésie. . . . .	0,0000253	0,0000253
Bi-carbonate de soude. . . . .	0,0006532	0,0007260
Muriate de soude. . . . .	0,0001090	0,0001150
Sulfate de soude. . . . .	0,0000318	0,0000722
	<u>0,0009043</u>	<u>0,0010235</u>

ou si l'on suppose la soude à l'état de sous-carbonate :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Acide carbonique libre. . . . .	0,0004534	0,0004534
Silice. . . . .	0,0000450	0,0000450
Oxide de fer. . . . .	trace.	trace.
Carbonate de chaux. . . . .	0,0000400	0,0000400
Carbonate de magnésie. . . . .	0,0000253	0,0000253
Sous-carb. de soude. . . . .	0,0004666	0,0012600
Muriate de soude. . . . .	0,0001090	0,0001150
Sulfate de soude. . . . .	0,0000318	0,0000722
	<u>0,0007177</u>	<u>0,0015575</u>

En comparant la source tiède à la source moyenne, on voit que l'eau de la première contient environ un dixième de moins de substances salines que l'eau de la seconde, mais que ces substances sont les mêmes et se trouvent entre elles à très-peu près dans le même rapport. Il est donc très-probable que l'une et l'autre ont la même origine, mais que la source tiède est mêlée avec un peu d'eau douce. Cependant, ce mélange ne suffit point pour expliquer son grand refroidissement. Celui-ci doit avoir principalement lieu dans le trajet que fait l'eau pour arriver au jour. Il est probable aussi qu'il se dégage un peu d'acide carbonique durant ce trajet.

Le dépôt que l'eau des différentes sources de Chaudes-Aigues forme dans les tuyaux de conduite présente des couches concentriques cristallines et rayonnées, distinctes les unes des autres, et séparées ordinairement par un enduit d'hydrate de fer. Un échantillon de ces dépôts a donné, à l'analyse :

Dépôt des eaux.

Acide carbonique. . . . .	0,346	ou Carbonate de chaux. . . . .	0,757
Chaux. . . . .	0,424	Carb. de magnésie. . . . .	0,025
Magnésie. . . . .	0,012		
Silice. . . . .	0,103	Silice. . . . .	0,103
Oxide de fer. . . . .	0,045	Oxide de fer. . . . .	0,045
Eau. . . . .	0,070	Eau. . . . .	0,070
	<hr/>		<hr/>
	1,000		1,000

L'eau, dans cette substance, est combinée avec l'oxide de fer et avec la silice.

Au surplus, les élémens qui composent ces dépôts varient beaucoup dans leurs proportions. La silice et l'oxide de fer se séparant plus promptement de l'eau que les carbonates de chaux et de magnésie, doivent dominer près des sources; tandis qu'au contraire le carbonate de magnésie, qui se précipite le dernier, doit s'accumuler dans les dépôts qui se font à une grande distance des sources.

Si les eaux minérales de Chaudes-Aigues contiennent une assez grande proportion de sels alcalins pour qu'on pût les extraire avec profit, on voit que ces sels fourniraient une soude de bonne qualité, puisqu'elle marquerait environ 75° à l'alcalimètre.

---



---

## NOTE

*Sur un moyen facile de reconnaître la présence du SÉLÉNIUM dans les minéraux, d'après M. Berzélius;*

Par M. GILLET DE LAUMONT, Inspecteur général au Corps royal des Mines.

LORSQU'UNE substance minérale n'offre pas de formes caractéristiques propres à la faire reconnaître, ou que sa nature n'a pas encore été déterminée, il n'y a que l'analyse chimique qui puisse nous apprendre l'espèce nouvelle qu'elle constitue, ou celle ancienne à laquelle on doit la rapporter; mais le géologue et le minéralogiste, le chimiste même, ne peuvent, dans leurs voyages, avoir avec eux des appareils propres à faire des analyses. Très-peu de naturalistes possèdent des laboratoires, et beaucoup n'ont pas le temps ou les connaissances suffisantes pour se livrer à ce travail long et difficile; tous peuvent, au contraire, avoir recours aux essais au chalumeau, et à une multitude de petits procédés faciles empruntés de la physique et de la chimie, qui présentent de grandes ressources pour reconnaître la présence ou l'absence de diverses substances minérales (1).

---

(1) Au nombre des savans qui se sont occupés à étendre et à perfectionner l'usage du chalumeau, nous citerons Berg-



A l'égard des substances qui offrent des formes régulières, de savans mineralogistes ont décrit celles qu'affectent un grand nombre de substances minérales (1); des chimistes habiles en ont donné les analyses (2); quelques-uns ont porté leurs soins à rendre les instrumens propres à y parvenir, sinon portatifs, du moins facilement transportables (3); des physiciens célèbres ont imaginé des moyens ingénieux pour reconnaître les propriétés particulières de plusieurs de ces substances (4). Mais indépendamment des *espèces nouvelles* que l'on découvre fréquemment, on observe journellement beaucoup de *variétés des anciennes* qui se présentent amorphes, mélangées et souvent en masses considérables sous des aspects trompeurs, capables de donner lieu à de grandes erreurs pour la mineralogie et sur-tout pour la géologie. C'est donc rendre un service important à la science que d'augmenter les moyens de reconnaissance et de leur donner une certitude nouvelle; c'est ce que vient de faire M. Berzélius, dont on connaît l'exac-

man, Mongez, Ehrmann, Hausmann, Lavoisier, le savant Gahn que les sciences viennent de perdre, et qui avait donné, il y a plus de quarante ans, le moyen de reconnaître le *plomb phosphaté* par le bouton polyèdre qu'il donne au chalumeau.

(1) Romé-de-Lisle, de Born, Werner, M. Haüy, M. le comte de Bournon, etc.

(2) Klaproth, Thennant, MM. Vauquelin, Laugier, etc.

(3) Guyton, par la lampe d'Argand, rendue propre à faire une multitude d'expériences chimiques; MM. d'Arcet et Anfray qui ont composé un fourneau extrêmement petit, capable de réduire et coupeller les substances métalliques, et d'une grande utilité dans une infinité d'arts, avec une si petite consommation de combustible que l'on ne pourrait y croire si cela n'était prouvé par l'expérience, etc.

(4) MM. Wollaston, Haüy, Biot, Arago, etc.

titude dans les travaux chimiques, en composant un *Traité complet sur l'usage du chalumeau*, qu'il a étendu à presque tous les minéraux aujourd'hui connus, et dans lequel il indique un grand nombre de circonstances nouvelles et de procédés particuliers, qui rempliront l'attente des naturalistes à cet égard.

La Notice que je publie ici, sur le *sélénium* trouvé dans le soufre que l'on fabrique à *Fahlun*, est un de ces procédés dont ce savant a eu la bonté de me faire part.

Pendant son séjour à Fahlun, il a fait des recherches relativement à la galène disséminée en rognons sphériques dans la mine de cuivre, et il a reconnu qu'elle contenait du *sélénium* en petite quantité; mais qu'à mesure que la galène se cassait en plus gros cubes, elle en était plus riche sur-tout lorsque les surfaces étaient un peu sphériques.

Il a trouvé un moyen fort simple de rendre visible des quantités extrêmement petites de ce nouveau métal. Pour cet effet, il prend un petit tube de verre d'environ 6 centimètres de longueur, 4 à 5 millimètres de grosseur, dont les deux extrémités sont ouvertes; il place dans ce tube une parcelle du minéral qui contient le *sélénium*, à peu de distance d'une de ses extrémités; il tient ensuite le tube dans une position inclinée, de manière que la parcelle de ce minéral se trouve dans sa partie inférieure, qu'il chauffe en l'exposant à la flamme d'une petite lampe à l'esprit-de-vin (1).

(1) La figure *a*, Pl. VI, représente cet appareil de grandeur naturelle.

La galène se grille, le soufre se dissipe sous forme d'acide sulfureux; mais le *sélénium* qui ne se dégage qu'après, se sublime en forme d'un *anneau rouge* plus ou moins épais, qui couvre l'intérieur du tube vers son milieu et à quelque distance de l'endroit chauffé. Si le minéral contenait de l'arsenic, on pourrait être trompé par son sulfure rouge qui se comporte de même; mais, dans ce cas, l'odeur de *rave*, propre au *sélénium*, ne se fait pas sentir pendant la formation de l'anneau rouge.

En examinant ainsi la galène de la mine de cuivre d'Oëridaberg, en Ostrogothie, M. Berzélius y a reconnu une plus grande quantité de *sélénium* que dans celle de Fahlun. On trouvera dans le Traité relatif à l'usage du chalumeau, des faits nouveaux: sur la *pyrite capillaire* qu'il a reconnu être un sulfure de Nickel; sur le *fer oxidé résinite* de *Freyberg*, qui est un arseniate de peroxide de fer mélangé avec du sous-sulfate de la même base; sur l'*argent molybdique*, si rare dans les collections, qui est une combinaison de tellure et de bismuth avec un peu de soufre et de *sélénium*, et sur beaucoup de substances minérales qui n'étaient connues qu'imparfaitement.

*Explication de la fig. a, Pl. VI.*

- a b*, Tube de verre de 6 centimètres de longueur, environ 2 pouces 3 lignes, anciennes mesures.  
*c*, Morceau de minéral tenant du *sélénium*.  
*d*, Petite lampe à l'esprit-de-vin.  
*e*, Anneau rouge de *sélénium* plus ou moins abondant, qui se forme après le dégagement du soufre en acide sulfureux.

---

## EXTRAIT

*D'un Rapport fait à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, sur l'établissement de Lithoglyptique de M. Vallin, entrepreneur lithoglypte de l'intendance du Garde-Meuble de la Couronne (1); par M. Héricart de Thury, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.*

---

LA lithoglyptique est un art important auquel nous devons les chefs-d'œuvre les plus remarquables de l'antiquité, en granite, porphyre, ophite, syénite, serpentinite, basalte et autres roches précieuses de ce genre. Ses travaux, comme ses moyens, diffèrent essentiellement de ceux du marbrier, avec lequel le lithoglypte ne peut être confondu, soit à raison du prix, de la

---

(1) M. Vallin demeure rue Moreau, n°. 3, faubourg St.-Antoine.

rareté et de l'excessive dureté des matières sur lesquelles celui-ci s'exerce, soit à raison des procédés particuliers qu'il est obligé d'employer pour débiter et ménager les substances précieuses qu'il travaille, de manière à en tirer le plus grand parti possible, et n'avoir jamais, quelle que soit la concavité des vases et des coupes, que le déchet inévitable pour le passage et le jeu des instrumens à découper et à détacher.

A son retour en France, M. le comte de Choiseul-Gouffier, rapportant de nombreuses collections de granites, porphyres, syénites, albâtres, marbres et autres pierres précieuses des pays qu'il avait parcourus, chercha, dans nos ateliers, un homme capable de travailler ces substances, auxquelles il attachait le plus grand prix, et dont il voulait faire faire des vases, des coupes, des tables et divers monumens. Mais ne trouvant aucun artiste en état de répondre à ses demandes, il conçut, dès-lors, le projet de former, à Paris, un établissement de lithoglyptique, dont les travaux rivaliseraient avec les chefs-d'œuvre de ceux de la Grèce et de l'Italie. Dans cette intention, il s'attacha à trouver une personne digne de sa confiance, déjà connue par ses ouvrages; et, sur la proposition que lui en fit M. Maurice, peintre distingué, M. de Choiseul fixa son choix sur MM. Vallin père et fils, artistes d'un rare mérite, qui, depuis long-temps, se livraient particulièrement à la lithoglyptique des granites, porphyres, ophites, syénites et serpentins de France, dans le but de prouver que nos roches et marbres indigènes pouvaient produire d'aussi beaux effets que ceux de l'Orient.

Les premiers ouvrages de MM. Vallin ayant surpassé l'attente de M. le comte de Choiseul, il leur en témoigna publiquement sa satisfaction, et les engagea à venir se fixer auprès de lui, dans son riche musée de Chaillot. Cet illustre protecteur des arts avait reconnu, de bonne heure, les heureuses dispositions de M. Vallin fils. Il lui faisait suivre les cours de minéralogie et de géologie du Jardin du Roi; il cherchait à lui faire faire l'application de ses cours. Il le combla d'égards et de prévenances; il l'entretenait souvent de ses voyages, il lui parlait des ruines de la Grèce et de l'Égypte, il lui en faisait admirer les monumens, enfin il l'initiait peu-à-peu dans l'étude des sciences et des arts, et lui apprenait les moyens d'en reproduire les chefs-d'œuvre. C'est ainsi qu'un jour, en lui faisant admirer ses belles colonnes de granite et de porphyre, il lui dit qu'il fallait chercher un moyen de les reproduire et de les multiplier, en les évidant, pour retirer successivement, de chacune d'elles, une seconde, une troisième, une quatrième et une cinquième colonne, ou même davantage. Après plusieurs essais sur différens genres de tour, et après avoir éprouvé comparativement divers trépons d'acier, avec le grès et l'émeri, sur des granites et porphyres, M. Vallin fils, par une combinaison aussi simple qu'ingénieuse de la sonde du mineur et du trépan, parvint à établir une machine dont il fut bientôt dans le cas de faire l'épreuve, et dont le succès fut complet.

Lord Seymours venait d'acheter deux superbes colonnes de porphyre oriental, de

1<sup>m</sup>,029 de hauteur ; mais de diamètres différens ; l'une avait 0<sup>m</sup>,433, et l'autre 0<sup>m</sup>,352 seulement. Il s'agissait d'abord de réduire la première au diamètre de la seconde, en lui enlevant un cylindre de 0<sup>m</sup>,081 d'épaisseur sur 1<sup>m</sup>,029 de hauteur, et, ensuite, d'évider les deux colonnes pour en faire d'autres de leur noyau ; et c'est, en effet, ce que fit M. Vallin, avec une adresse jusqu'alors sans exemple, puisque de la première il en retira successivement quatre colonnes, et trois de la seconde.

M. le comte de Choiseul et lord Seymours s'empressèrent de publier le succès du lithoglyphe ou perforateur de M. Vallin ; aussi, pendant toute la durée du percement de ces colonnes de porphyre, son atelier fut-il constamment rempli de savans, de curieux et d'amateurs de tous pays.

Mais quelque nouvelle, quelque importante qu'était cette *évidation* de colonnes de porphyre, elle n'était que l'annonce d'une machine plus parfaite que préparait déjà M. Vallin. M. le comte de Choiseul, en lui montrant des masses de lapis lazuli, de labrador, de diallage, d'adulaire, de syénite, de porphyre, d'albâtre et d'autres substances aussi précieuses, dont il voulait faire des vases et des coupes, d'après les plus beaux modèles antiques, lui recommanda de réserver le noyau ou l'intérieur de chaque vase pour en faire également un second, un troisième, un quatrième, etc.

Après plusieurs changemens au mécanisme

et au principe moteur de son tour perforateur, M. Vallin répondit à la nouvelle demande de M. le comte de Choiseul, en exécutant sous ses yeux différens vases, urnes et coupes, successivement retirés de l'intérieur de l'un et de l'autre, et il mit bientôt le comble à la satisfaction de son protecteur, en lui montrant son lithoglyphe établi de manière à pouvoir simultanément : 1<sup>o</sup>. scier et débiter des tables de marbre, granite, porphyre et serpentinite, de toutes dimensions ; 2<sup>o</sup>. percer et détacher, à-la-fois, d'un même cylindre, deux, trois et quatre colonnes l'une dans l'autre ; 3<sup>o</sup>. et évider également plusieurs vases de diverses dimensions et de duretés différentes, depuis celle du marbre et de l'albâtre jusqu'à celle du granite, du porphyre, du jaspe et même du cristal de roche.

Tel est aujourd'hui l'état de cette machine, parfaitement nommée *lithoglyphe*, pour laquelle M. Vallin, par un désintéressement bien louable et beaucoup trop rare, n'a pas voulu se pourvoir d'un brevet d'invention (1).

Plusieurs de nos premiers établissemens, chargés de commandes extraordinaires, et ne pouvant les exécuter, ont eu fréquemment recours à M. Vallin, qui n'a pas même attaché

(1) Cet artiste a eu l'extrême complaisance de faire exécuter sa machine, sans aucune indemnité, pour le grand dépôt de marbrerie d'Italie. Cette même machine a servi de modèle lors de la construction de celle qui a été employée pour les colonnes de la Bourse.

son nom aux divers ouvrages dus à ses industrieux burins.

Parmi les chefs-d'œuvre que nous devons à cet intéressant artiste, nous croyons devoir citer :

1°. Dans le musée de M. le comte de Choiseul-Gouffier, un grand nombre de vases, d'urnes, et notamment sa superbe coupe de lumachelle rouge sanguine, orientale ;

2°. Dans le musée de M. de Drée, ses vases, ses coupes de basalte, son grand vase de quartz hyalin, cristal de roche rose, et ses tables de granite globuleux de Corse ; ses vases de feldspath de Labrador et de pierre des Amazones ; la coupe de son magnifique trépiéd de lapis lazuli ; ses tables, socles, colonnes, etc. ;

3°. Dans le musée Crawford, la grande marqueterie ou mosaïque arabesque, à l'instar de celle de Florence ;

4°. Aux Tuileries, dans les appartemens de S. A. R. Madame, duchesse d'Angoulême, une superbe cheminée de vert antique, dans les plus grandes dimensions ;

5°. Dans le palais de S. A. S. Madame la duchesse de Bourbon-Condé, toutes les tables, cheminées, consoles et appuis en granite de l'Hellespont ;

6°. Au château de Valencey, chez S. A. Monseigneur le prince de Talleyrand, une grande rosace de marqueterie de pierre, roches et marbres de toutes espèces, en style arabesque et analogue au genre du décors de l'appartement ;

7°. Pour l'Eglise métropolitaine de la Nou-

velle-Orléans, et par l'ordre de monseigneur l'évêque de la Louisiane, un magnifique tabernacle à colonnes de serpentine verte, à diallage métalloïde ;

8°. Pour le cabinet particulier de Sa Majesté, un superbe fût de palmier agathisé, servant de socle au buste de S. A. R. Madame, duchesse d'Angoulême ;

9°. Enfin, le riche assortiment admis à l'exposition du Louvre, en 1819, acheté par l'Intendance du Garde-Meuble de la Couronne, et composé : 1°. de deux grandes tables de granite orbiculaire, gris, blanc, bleu, de la Rizenèse de Sainte-Lucie en Corse, l'un à grands globules, et l'autre à globules plus petits et plus réguliers ; 2°. d'une table ronde de serpent oriental, remarquable par ses dimensions, par la rareté et le prix de la matière ; 3°. d'une grande coupe de feldspath du Labrador, morceau unique pour son travail comme pour la dureté de la pierre, sur un socle de porphyre rouge sanguin d'Égypte ; 4°. d'une coupe d'albâtre oriental de la grotte de Nymphéum, près d'Athènes, rapportée par M. le comte de Choiseul-Gouffier. Cette coupe est montée sur un socle de porphyre vert des Vosges.

Nous ne terminerons pas cet extrait sans faire connaître que tout en travaillant les granites, les porphyres, les syénites, les diallages, et les matières les plus rares et les plus précieuses de l'Orient, M. Vallin s'est attaché particulièrement, et en minéralogiste, à l'étude et au travail de nos roches, pierres et marbres indi-

gènes ; avec lesquels il exécute actuellement des coupes, des vases, des urnes, des colonnes, des marqueteries, et généralement tous les ornemens d'architecture et d'ameublement, avec le plus grand succès (1).

---

(1) La Société a décerné à M. Vallin une médaille d'argent.

---

## ANALYSE

DE

### QUELQUES MINERAIS ET PRODUITS

DE LA FONDERIE DE CHESSEY;

PAR M. THIBAUD, aspirant au Corps royal des Mines.

---

ME trouvant, au mois de juin 1819, sur les mines de Chessy, près de Lyon, j'y recueillis quelques minerais et produits métallurgiques, autres que ceux dont M. Guenyveau a donné l'analyse dans le n<sup>o</sup>. 118 du *Journal des Mines*, dans l'intention d'en examiner la nature au laboratoire de l'Ecole des Mineurs de St.-Etienne, et de comparer les résultats à ceux indiqués par M. Guenyveau.

Les substances que j'ai soumises à l'analyse sont :

1<sup>o</sup>. Le minerai de cuivre connu à Chessy sous le nom de *mine noire*, que l'on y traite avec avantage depuis sept ou huit ans, et qui, je crois, n'a pas encore été examiné ni décrit jusqu'à présent ;

2<sup>o</sup>. Deux scories A et B provenant de la fonte crue de ce minerai au fourneau à manche ;

3<sup>o</sup>. Deux scories C et D provenant du traitement du minerai bleu (carbonate de cuivre), qui sont ajoutées dans la fonte crue précédente.

L'analyse de la mine noire a été faite sur deux échantillons ; le premier, choisi parmi les morceaux les plus purs, afin de connaître les élémens essentiels à sa composition ; le second, pris dans le tas destiné à la fonte, afin de connaître la richesse et la composition moyenne de ce minerai de cuivre, et pouvoir apprécier l'économie du procédé métallurgique.

Je dois beaucoup aux conseils de M. Leboulanger, et j'ai eu pour collaborateur M. Bous-singault, élève mineur, recommandable par son zèle et ses connaissances en chimie.

1°. *Minerai noir riche et massif.*

Ce minerai, dans sa cassure, présente un mélange de parties noires, terreuses, friables et sans éclat ; de parties jaunes ayant l'éclat métallique et les caractères de la pyrite ; enfin, d'une petite quantité de parties blanches, lamelleuses, assez tendres. La proportion de ces trois substances est très-variable, tantôt c'est la pyrite qui domine, d'autrefois la partie noire ; l'échantillon analysé était un de ceux qui contenait le moins de parties blanches et le plus de pyrite. Sa pesanteur spécifique était de 4,60. Mis à digérer avec de l'ammoniaque concentré, cet alcali s'est coloré en bleu foncé ; on a décanté et réajouté de l'ammoniaque jusqu'à ce que ce dernier ne se colorât plus sensiblement ; on en a séparé, de cette manière, environ 12 pour 100 d'oxide noir de cuivre. Le résidu s'est présenté avec tous les caractères de la pyrite.

En continuant l'analyse par les procédés or-

dinaires, on a acidifié le soufre par l'acide nitro-muriatique, et on a obtenu les résultats suivans :

Sulfate de baryte. . . . .	2,60
Cuivre métallique. . . . .	28,26
Fer métallique. . . . .	29,12
Oxigène du peroxide de cuivre. . . . .	2,42
Soufre. . . . .	53,56
Perte. . . . .	4,04

100,00

ce qui revient à

Sulfate de baryte. . . . .	2,60
Peroxide de cuivre. . . . .	12,00
Cuivre pyriteux. . . . .	56,35
Pyrite de fer. . . . .	26,01
Perte. . . . .	4,04

100,00 (1) \*

2°. *Minerai noir pulvérulent tel qu'il est fondu.*

On fond ce minerai, sans aucune préparation, au fourneau à manche, avec une demi-partie de scories provenant du traitement de la mine bleue et une demi-partie de celles des précédentes fontes de la mine noire. Les mattes que l'on obtient de cette fonte crue sont grillées quatre à cinq fois, et fondues comme les mattes de la pyrite cuivreuse. Ce minerai (à ce qu'on m'a dit sur l'établissement) rend environ 12 pour 100 de cuivre.

Sa couleur est d'un noir bleuâtre, il est en

\* Voyez les notes à la suite de cet article.

poussière ou en petits fragmens dans lesquels on distingue quelques parties verdâtres de carbonate de cuivre, qui font légèrement effervescence avec les acides.

Son analyse a été faite de la manière suivante :

On l'a attaqué par l'acide nitro-muriatique bouillant; dans le résidu insoluble on a reconnu au chalumeau la présence du sulfate de baryte, et alors on l'a traité au creuset d'argent par la potasse, qui en a séparé de la silice et une petite quantité d'alumine.

Quant à la dissolution acide, on en a séparé le fer par l'ammoniaque, ensuite l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, et par l'hydrogène sulfuré on a précipité le cuivre, que l'on a de nouveau redissout et dosé par une lame de fer.

Par la dessiccation, le même minerai a perdu une petite quantité de son poids; on a attribué cette perte à un peu d'eau, et enfin, l'acide carbonique a été aperçu et non dosé.

Voici les résultats immédiats de cette analyse :

Sulfate de baryte. . . . .	28,80
Cuivre métallique. . . . .	16,80
Fer métallique. . . . .	16,80
Soufre. . . . .	12,00
Silice. . . . .	9,60
Alumine. . . . .	1,60
Chaux. . . . .	0,20
Eau et acide carbonique. . .	4,00

Pour pouvoir reformer d'une manière certaine les élémens composés de ce minerai tels

qu'ils existent réellement, il eût fallu déterminer, d'une manière directe, comme on l'a fait pour le minerai massif, la quantité d'oxide de cuivre qu'il contenait. Quelques accidens survenus dans le cours de l'analyse ayant employé sans utilité la dernière portion de minerai qui restait, on a été obligé d'y renoncer.

Pour suppléer à cette donnée, on a supposé que les proportions de pyrite de fer et de pyrite de cuivre et de fer s'y trouvaient dans le même rapport que dans le minerai massif, cela a servi à déterminer la quantité absolue de chacune d'elles, d'après le soufre obtenu; le cuivre et le fer restant ont dû être considérés comme étant à l'état d'oxides.

De cette hypothèse est résulté la composition suivante :

Sulfate de baryte. . . . .	28,80	} 100,00
Peroxide de cuivre. . . . .	12,67	
Peroxide de fer. . . . .	9,22	
Cuivre pyriteux. . . . .	20,15	
Pyrite de fer. . . . .	8,94	
Chaux. . . . .	0,20	
Silice. . . . .	9,60	
Alumine. . . . .	1,60	
Eau et acide carbonique. . .	4,00	
Perte. . . . .	4,82	

### 3°. Scories provenant du traitement de la mine noire.

La scorie A était d'un vert noirâtre, bien vitrifiée, légèrement poreuse; sa poussière était d'un vert clair; sa pesanteur spécifique 2,94. La seconde B n'en différait qu'en ce qu'elle



était un peu moins bien fondue; sa pesanteur spécifique était de 2,86.

L'analyse de ces deux scories a été faite comme celle d'une pierre, en les attaquant d'abord par la potasse au creuset d'argent, dissolvant par l'acide muriatique, évaporant pour séparer la silice, etc., etc.

C'est le hasard qui a fait reconnaître presque de suite la présence de la baryte, au moment où l'on ajoutait un peu d'acide sulfurique à la dissolution d'où l'on voulait précipiter le cuivre par le fer.

On s'est assuré que ces scories ne contenaient pas un atome d'acide sulfurique, en recherchant avec soin si la silice contenait du sulfate de baryte.

Ayant perdu dans le courant de ces deux analyses une partie des liqueurs, on n'a pu obtenir que les rapports et non les quantités absolues de chaque composant; il a fallu les déterminer par le calcul, ce qui n'a pas permis de vérifier synthétiquement le degré de précision de l'analyse, ni de soupçonner, *a priori*, l'existence des alcalis.

Quoiqu'on ne les ait pas recherchés, il est très-probable que ces deux scories en contiennent, mais en moindre quantité que les scories C et D.

Voici les résultats obtenus :

Scorie A.		Scorie B.	
Silice.. . . . .	546	Silice.. . . . .	548
Baryte... . . . .	205	Baryte... . . . .	224
Protoxide de fer.. . .	189	Protoxide de fer... .	164
Chaux.. . . . .	62	Chaux... . . . .	26
Alumine et cuivre.. . .	trace.	Protoxide de cuivre..	12
Magnésie... . . . .	000	Magnésie.. . . . .	29
	1,000		1,000(2)

#### 4°. Scories provenant du traitement du cuivre carbonaté bleu.

Le cuivre carbonaté bleu de Chessy est fondu au fourneau à manche après avoir été lavé grossièrement sur des tables, pour en séparer la plus grande partie du sable siliceux qui lui sert de gangue. Il est ensuite fondu avec 25 pour 100 de carbonate de chaux; on m'a dit sur l'établissement qu'il produisait 25 pour 100 de cuivre.

La scorie C était parfaitement vitrifiée, légèrement poreuse, sa couleur était d'un brun jaunâtre, sa poussière de couleur plus claire; la scorie D était plus poreuse et d'une couleur plus foncée. L'analyse a été faite comme celle des scories A et B; la dissolution muriatique ayant présenté des trémies de muriate de soude, et le résultat ayant offert une perte considérable, on fut conduit à rechercher les alcalis. On a employé le nitrate de baryte d'après la méthode indiquée dans Thomson, et l'on a séparé la potasse de la soude par le muriate de platine.

On a obtenu les résultats suivants :

Scorie C.		Scorie D.	
Silice...	450	Silice. . . . .	464
Chaux, . . . . .	106	Chaux.. . . . .	124
Magnésie. . . . .	10	Magnésie. . . . .	12
Soude. . . . .	40	Soude.. . . . .	40
Potasse... . . . .	20	Potasse.. . . . .	20
Protoxide de fer. . . . .	171	Protoxide de fer.. . . .	214
Protoxide de cuivre... . . . .	192	Protoxide de cuivre. . . . .	108
Perte... . . . .	11	Perte. . . . .	18
	1,000		1,000 (3)

Un mélange par portions égales des scories C et D a donné, dans un creuset brasqué, à la température ordinaire aux essais de cuivre, 13  $\frac{1}{2}$  pour 100 d'un cuivre un peu ferrugineux; l'essai, fait une seconde fois, a donné le même produit.

Des expériences ci-dessus on peut déduire les conséquences suivantes :

1°. L'analyse n°. 1 fait voir que le minerai noir pur est un mélange de peroxide de cuivre, de pyrite de fer et de cuivre pyriteux avec une gangue de sulfate de baryte.

L'analyse n°. 2 prouve que ces substances varient beaucoup en proportions dans les divers échantillons (4).

2°. Les analyses 2 et 3 réunies offrent une nouvelle preuve de ce fait déjà indiqué par M. Guenyveau (*Journal des Mines*, n°. 118, p. 254), que le sulfate de baryte contenu dans le minerai, passe à l'état de baryte caustique dans les scories, tandis que le soufre forme des mattes avec le fer et le cuivre.

3°. En examinant la composition des scories A et B ci-dessus, et celle de la scorie n°. 3

analysée par M. Guenyveau (page 253, mémoire cité), et dans laquelle il a trouvé :

Silice. . . . .	330
Baryte. . . . .	120
Peroxide de fer. . . . .	460
Chaux. . . . .	30
Alumine. . . . .	40
Cuivre oxidé. . . . .	trace.
Magnésie. . . . .	20
Oxide de zinc. . . . .	30

1,050

on y trouve la plus grande analogie, et l'on est conduit à conclure que la présence de la baryte est très-avantageuse dans le traitement de certaines mines de cuivre; que cette substance détermine une séparation presque complète du métal utile, et permet d'obtenir des scories qui contiennent à peine 1 pour 100 de cuivre.

Que les parties dominantes et essentielles de ces scories, sont: la *silice*, la *baryte* et l'*oxide de fer*, dans des proportions qui paraissent pouvoir varier dans des limites assez étendues (4).

4°. La composition des scories C et D, bien différente de celles A et B, fait ressortir encore plus l'influence de la baryte et l'avantage de sa présence; car, tandis que ces dernières retiennent au plus 1 pour 100 de cuivre, on en trouve dans les autres moyennement 12 à 13 pour 100.

D'après cette richesse en cuivre, on ne peut qu'applaudir à l'usage où l'on est à Chessy d'ajouter une portion des scories C et D dans le traitement de la mine noire qu'elles enrichissent, pendant que les scories barytiques, dont

on ajoute une autre portion, facilitent la fusion (5).

5°. La potasse et la soude trouvées dans ces mêmes scories paraissent dues à la chemise des fourneaux à marche, qui est granitique; et cela est d'autant plus probable que l'on a aperçu dans un des échantillons de scories analysés des fragmens de feldspath blanc à demi-fondus, et qu'il est d'ailleurs tout simple et conforme aux observations faites jusqu'à présent, que des mélanges exposés à une haute température, enlèvent aux parois des fourneaux les élémens qui leur manquent pour acquérir une fusion plus parfaite (6).

L'existence simultanée de la potasse et de la soude dans les élémens du granite pourra paraître peu vraisemblable, ou au moins extraordinaire; cependant, voici quelques faits propres à confirmer ces inductions.

Des analyses faites avec beaucoup de soin par M. Leboullanger, à l'Ecole des Mines de Moustiers, et répétées par M. Brédif, ont appris que la soude pouvait entrer aussi bien que la potasse dans la composition du feldspath; ces analyses sont consignées dans les registres du laboratoire de l'Ecole.

Depuis lors, des analyses faites en 1820 au laboratoire de l'Ecole des Mineurs de Saint-Etienne, par M. Leboullanger et par moi, nous ont fait reconnaître :

Que la soude existait en assez grande quantité avec des traces de potasse dans les schistes houillers, appelés *gores* par les mineurs de St.-Etienne;

Que ces mêmes *gores pyriteux*, en s'effleu-

rissant dans les galeries de mines, pouvaient fournir, par la lixiviation, jusqu'à 10 ou 12 pour 100 de cristaux de sulfate de soude et de sulfate de magnésie, avec une petite quantité de sulfate et de muriate de potasse. La présence de ce dernier sel a sur-tout été sensible dans les eaux-mères.

Or, le terrain houiller de Saint-Etienne, provenant presque entièrement de la destruction des roches granitiques et micacées qui forment les parois et le fond du bassin, et ses élémens fusibles, tels que le feldspath et le mica, composant presque exclusivement les grès houillers à grains très-fins, et les *gores* (les grès fins et les *gores* sont tous fusibles avec facilité en émail blanc), il est alors évident que la potasse et la soude que contiennent ces *gores*, proviennent des roches granitiques.

6°. Enfin, en supposant que l'échantillon n°. 2 analysé représentât exactement la masse traitée, il en résulterait, en ayant égard au cuivre fourni par les scories de la mine bleue qu'on y ajoute, que l'on introduit dans le fourneau environ vingt-trois parties de métal pour cent de minerai.

S'il est vrai qu'on n'obtienne définitivement que 12 pour 100 de cuivre, il en résulte qu'on laisse environ moitié de ce métal dans les scories. Cette perte ne pouvant être le résultat de la fonte crue, comme le prouvent les analyses n°. 3 des scories qui en proviennent, on serait conduit à conclure qu'elle a lieu en grande partie dans le traitement postérieur des mattes; résultats conformes à celui de M. Guenyeau, qui annonce (mémoire cité) qu'on ne retire guère des pyrites que la moitié du cuivre qu'elles contiennent.

Ce dernier résultat ne peut, au reste, être regardé que comme approximatif pour plusieurs motifs :

1°. D'abord on n'a pu s'assurer par soi-même du produit en grand de la mine noire ;

2°. Les fourneaux n'étant pas en feu au moment où l'on se trouvait sur l'établissement, les scories que l'on a recueillies ne proviennent pas de la fusion du minerai noir analysé ;

3°. Le minerai noir varie d'ailleurs beaucoup en richesse, et il eût été indispensable de connaître celle du minerai dont les produits de la fusion ont été analysés (7).

Il est à désirer que quelque personne se trouvant dans des circonstances plus favorables, puisse compléter la partie de ces recherches qui n'est ici qu'ébauchée, et présenter des résultats plus certains sur le traitement de ce minerai de cuivre.

### Notes relatives à l'article précédent ;

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

(1) M. Thibaud suppose que le cuivre pyriteux contient :

Cuivre . . . . . 0,331

Fer . . . . . 0,314

Soufre . . . . . 0,355

S'il eût admis la composition théorique déterminée par M. Berzélius et qui est de :

Cuivre . . . . . 0,382

Fer . . . . . 0,327

Soufre . . . . . 0,291

il aurait trouvé un excès de soufre de 0,022.

Une analyse faite au laboratoire de l'École, à Paris, sur un échantillon du même minerai, a donné :

Deutoxide de cuivre. . . . .	0,140 ou	Deutoxide de cuivre. . . . .	0,140
Tritoxide de fer. . . . .	0,030	Tritoxide de fer. . . . .	0,030
Cuivre métallique. . . . .	0,176	Cuivre pyriteux. . . . .	0,461
Fer métallique. . . . .	0,288	Fer sulfuré. . . . .	0,563
Soufre. . . . .	0,334		
Gangue. . . . .	0,006	Gangue. . . . .	0,006
	0,974		1,000

On a supposé le cuivre pyriteux composé comme l'indique M. Berzélius. Le calcul a donné une portion de soufre libre. On a saturé ce soufre par du fer, en admettant que la perte portait entièrement sur ce métal.

On a trouvé dans un autre échantillon de minerai noir :

Deutoxide de cuivre. . . . .	0,335
Tritoxide de fer. . . . .	0,025
Pyrites de cuivre et de fer. . . . .	0,515
Sulfate de baryte. . . . .	0,125

On a constaté l'existence du cuivre à l'état de deutoxide dans le minerai noir de Chessy par l'expérience suivante. On a introduit 5 gr. de ce minerai réduit en poudre dans un flacon bouché à l'émeril, on a rempli ce flacon d'ammoniaque, on l'a bouché hermétiquement et on a agité de temps en temps la matière. La liqueur a pris très-promptement une belle couleur bleue ; on l'a décantée et on l'a remplacée par de nouvel ammoniaque qui ne s'est presque plus coloré ; après cela le minerai bien lavé ne présentait plus que des grains métalliques mêlés d'une petite quantité d'oxide de fer, qu'on en a aisément séparé au moyen de l'acide muriatique. On sait que le protoxide de cuivre ne colore pas l'ammoniaque lorsqu'il est privé du contact de l'air et que le deutoxide jouit seul de cette propriété ; ce deutoxide existe donc tout formé dans le minerai noir de Chessy.

D'après cela, il faudra désormais admettre dans le système minéralogique l'espèce *cuivre deutoxide*. Il est très-probable que les minéraux auxquels on a donné le nom de *cuivre oxide noir* et que l'on a confondus avec le *cuivre oxidulé* mêlé d'oxide de fer, ne sont autre chose réellement que le deutoxide de cuivre.

(2) On a analysé au laboratoire une scorie provenant de la fusion du minerai noir et recueillie à Chessy au mois d'août dernier.

Cette scorie était vitreuse, un peu boursoufflée, d'un vert bouteille presque noir, translucide sur les bords; elle n'exerçait qu'une très-faible action sur le barreau aimanté. On y a trouvé :

Silice. . . . .	0,536
Baryte. . . . .	0,194
Alumine. . . . .	0,084
Chaux. . . . .	0,110
Magnésie. . . . .	0,034
Protoxide de fer. . . . .	0,052
Protoxide de cuivre. . . . .	0,002
	<hr/>
	0,992

Chauffée dans un creuset brasqué à la température d'un essai de fer, elle s'est parfaitement fondue sans changer d'aspect, et elle a donné quelques grénailles métalliques dans la proportion de 0,01 à 0,02.

(3) On a fait au laboratoire l'analyse de deux scories provenant de la fusion du minerai bleu. La première a été ramassée sur les déblais; elle était vitreuse et compacte, parfaitement homogène, absolument opaque et d'un brun rougeâtre s'approchant de la couleur de foie. La seconde a été prise, il y a trois mois, dans une coulée du fourneau à manche; elle était vitreuse, compacte, mais remplie de grains de quartz légèrement coloré en rose par de l'oxide de cuivre, d'un vert bouteille fortement translucide sur les bords. On a complètement séparé le quartz par le triage. Les analyses ont donné :

	Scorie brune.	Scorie verte.
Silice. . . . .	0,5160	0,5600
Chaux. . . . .	0,1840	0,2500
Magnésie. . . . .	0,0260	0,0080
Alumine. . . . .	0,1140	0,0800
Protoxide de fer. . . . .	0,0737	0,0800
Protoxide de cuivre. . . . .	0,0404	0,0100
Potasse. . . . .	0,0360	0,0260
	<hr/>	<hr/>
	0,9901	0,9940

Chauffées sans addition dans un creuset brasqué à la température d'un essai de fer, elles ont très-bien fondu l'une et l'autre, et elles ont donné des grénailles métalliques composées de fer et de cuivre. On a lieu de croire, d'après la perte éprouvée et d'après l'essai que l'on a fait de la scorie fondue, que la plus grande partie de l'alcali s'est volatilisée pendant la fusion.

On a recherché l'alcali dans les deux scories dont nous présentons l'analyse, par une méthode nouvelle que nous décrivons incessamment, et qui consiste à fondre avec du carbonate de plomb. On a reconnu que la plus grande partie de cet alcali était de la potasse; mais il n'a pas été possible de constater la présence de la soude.

(4) Nos résultats diffèrent beaucoup de ceux de M. Thibaud, sans doute parce que les scories que nous avons examinées ont été recueillies à Chessy à des époques différentes. Il est probable, comme le pense M. Thibaud, que la baryte facilite la fusion des scories; peut-être aussi détermine-t-elle à cause de cela la séparation complète du métal utile. Cependant nous sommes loin d'admettre que cette terre soit nécessaire, et nous sommes même portés à croire que le sulfate de baryte est plus nuisible qu'utile. La baryte n'est pas nécessaire; car il est certain qu'elle pourrait être remplacée par la chaux: la composition des scories du minerai bleu met cette assertion hors de doute. La baryte pourrait être également remplacée par l'oxide de fer ou par des scories de forges, parce que les silicates de fer sont très-fusibles quand ils renferment un certain excès de base, et l'oxide de fer séparerait tout aussi bien le cuivre du minerai, que le font la baryte et la chaux.

Le sulfate de baryte est nuisible en ce qu'il doit augmenter la proportion des mattes et par conséquent diminuer leur richesse en cuivre. Effectivement, le charbon le réduit en sulfure, et ce sulfure, se trouvant en contact avec de la silice et avec de l'oxide de fer, doit produire du silicate de baryte et du sous-sulfure de fer; il est probable que c'est cette cause qui fait que les scories qui proviennent de la fonte crue du minerai noir, riche en fer, ne contiennent cependant qu'une très-petite quantité d'oxide de ce métal. De là aussi la nécessité d'ajouter au minerai noir, pour le fondre, des scories provenant de la fusion du minerai bleu: l'effet utile de ces scories est d'apporter, dans le mélange, de la chaux et de l'alumine, qui remplacent l'oxide de fer.

(5) Il est vraisemblable qu'à l'époque où M. Thibaud a recueilli ses scories, on ajoutait trop peu de chaux au minerai bleu. On voit, par les analyses que nous avons rapportées, qu'il est facile de séparer à-peu-près tout le cuivre de ce minerai sans employer de baryte et à l'aide seulement de la castine, pourvu que le mélange renferme en même temps une proportion convenable d'alumine: sans quoi, il faudrait y ajou-

ter en même temps une argile très-alumineuse, ou de l'oxide de fer, ou un calcaire très-magnésien.

(6) Il se peut que la chemise granitique des fourneaux à manche fournisse de l'alcali aux scories; mais il paraissait peu probable que cette substance ne provint pas aussi d'une autre source. L'expérience a justifié nos doutes. Ayant analysé un échantillon de minerai bleu, on l'a trouvé composé de :

Deutoxide de cuivre. . . . .	0,369
Tritoxide de fer. . . . .	0,077
Acide carbonique et eau. . . . .	0,235
Gangue pierreuse. . . . .	0,308

0,989

Fondu avec trois parties de flux noir, il a donné 0,272 de cuivre pur.

On a analysé la gangue au moyen du carbonate de plomb, et on y a trouvé 0,05 d'alumine et 0,02 au moins de potasse. C'est donc principalement cette gangue qui introduit de l'alcali dans les scories, et elle y porte en même temps de l'alumine. Au reste, sa composition doit être fort variable; car on reconnaît aisément qu'elle résulte d'un mélange, en diverses proportions, de quartz, de feldspath et d'argile.

(7) Il est très-vraisemblable, comme M. Thibaud le reconnaît lui-même, que l'on ne peut pas déduire de ses analyses la proportion de cuivre qui se perd dans le traitement du minerai bleu; il paraît même que la quantité en est peu considérable. Nous ne pouvons admettre que la perte dans le traitement des mattes puisse être très-grande. M. Guenyveau dit bien, à la vérité, que l'on ne retire de la pyrite que la moitié du cuivre qu'elle renferme; mais il parle du minerai pauvre, qui ne contient que 0,04 à 0,05 de ce métal: or, la perte est loin d'être proportionnelle à la quantité de cuivre contenu dans le minerai; elle est tout au plus constante pour une même quantité de minerai, et il est même probable qu'elle est d'autant plus grande que celui-ci est plus pauvre, parce que la masse des scories qui peuvent retenir l'oxide de cuivre en combinaison est d'autant plus grande elle-même. Il y a donc tout lieu de croire que si cette perte est de 0,02 pour un minerai qui contient 0,04 de cuivre, elle est encore de 0,02 tout au plus pour un minerai qui en contient 0,20; dans le premier cas, elle s'élève à la moitié du cuivre; et dans le second au dixième seulement.

## NOTE

SUR LES EXPÉRIENCES

### ÉLECTRO - MAGNÉTIQUES

DE MM. OERSTED, AMPÈRE ET ARAGO,

RELATIVES

A L'IDENTITÉ DE L'AIMANT AVEC L'ÉLECTRICITÉ.

M. OErsted, professeur à l'université de Copenhague, avait publié, avant 1807, un ouvrage dans lequel il s'était proposé de vérifier si l'électricité dans son état le plus latent n'a aucune action sur l'aimant (1); mais ce n'est que pendant l'hiver de 1819, qu'il a découvert l'action du fil conjonctif de la pile voltaïque sur l'aiguille aimantée, dont il a donné une explication particulière, qui ne s'accorde point avec l'idée que les fluides électriques et magnétiques sont une même chose (2).

Le résultat de la belle expérience faite par M. OErsted n'a été connu à Paris que vers le mois de juillet 1820, et déjà plusieurs savans en ont déduit des conséquences très-importantes sur les rapports de l'électricité avec le magnétisme.

M. Ampère a démontré que deux fils conjonc-

(1) Chap. VIII de la traduction de l'allemand par M. Marcel de Serres, publiée en 1807.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIV, p. 244.

tifs de métaux non magnétiques s'attirent et se repoussent par la seule action du fluide électrique ; que l'on peut remplacer un des deux fils conjonctifs par un *aimant* sans changer la nature des actions, ce qui donne tous les phénomènes découverts par M. OErsted ; que l'on peut de même, sans qu'elle soit changée, mettre un *aimant* à la place du second fil conjonctif, d'où résultent les faits connus de l'action mutuelle de deux aimans. Il en a conclu que tous les phénomènes des aimans sont purement électriques, et que la distribution de l'électricité dans le fil conjonctif est la même que dans des plans perpendiculaires à la ligne qui joint les deux pôles d'un aimant suivant des courbes fermées, tracées dans ces plans.

Pendant que M. Ampère établissait ainsi l'identité des fluides électriques et magnétiques, M. Arago aimantait de la limaille de fer par le fil conjonctif droit. Bientôt M. Arago, par un procédé déduit des idées théoriques de M. Ampère, aimanta des aiguilles et des barreaux d'acier, en les plaçant dans la partie intérieure d'un fil conjonctif plié en hélice sur une portion de sa longueur : ces corps s'y aimantent parfaitement, soit qu'ils posent immédiatement sur les filets de l'hélice, soit qu'ils soient enveloppés d'un papier, ou introduits dans un tube de verre qui empêche leur contact direct.

La position des pôles des corps ainsi aimantés se trouve déterminée par celle des spires de l'hélice qui les enveloppe, et différente si ces spires tournent de gauche à droite ou de droite à gauche. D'après cette observation, M. Arago a plié un même fil conjonctif de cuivre suivant

deux hélices symétriques placées à la suite l'une de l'autre, mais dont les spires tournaient en sens contraire ; il a placé dans chacune d'elles une aiguille, et elles se sont trouvées aimantées en même temps, de manière que leurs pôles de même nom étaient contigus. Il est parvenu au même résultat, soit qu'il se servit de l'appareil voltaïque, soit qu'il employât une machine électrique ordinaire, soit qu'il fit passer une décharge de la bouteille de Leyde à travers le fil plié en hélice.

On connaissait depuis long-temps des faits qui prouvaient l'influence mutuelle des fluides électriques et magnétiques ; on savait que des croix situées sur des églises, des verges de paratonnerre s'aimantent naturellement par l'électricité atmosphérique.

L'Annuaire de 1819, publié par le Bureau des Longitudes, contient un article de M. Arago sur les forces magnétiques, où ce savant annonce avoir été témoin qu'un bâtiment génois qui faisait route pour Marseille, étant à peu de distance d'Alger, fut frappé par la foudre, qui fit faire aux aiguilles des boussoles une demi-révolution, et que le bâtiment vint se briser à la côte au moment où le pilote croyait avoir le cap au nord.

On avait aussi remarqué que l'aiguille aimantée était souvent agitée lorsqu'il paraissait une aurore boréale. Francklin attribuait ce phénomène au fluide électrique (1) ; M. Arago vient de montrer, d'après des expériences faites en

(1) *Traité de Physique* de M. Haüy, année 1805, paragraphe 628.

Angleterre, comment l'aurore boréale est produite par des courans électriques semblables au courant lumineux que donne la pile de Volta dans ces expériences (1).

Ritter (*Journal de Physique*, tome LVII, année 1803) avait conclu de quelques essais qui n'ont pas été vérifiés depuis, que la terre a des pôles électriques, comme elle a des méridiens magnétiques. Il est prouvé aujourd'hui que tout ce qu'avait avancé Ritter sur ce sujet, est contraire à la manière dont le globe terrestre agit réellement sur les conducteurs électriques.

MM. Hachette et Desormes avaient eu, en 1805, l'idée heureuse de reconnaître la direction que prendrait une pile électrique horizontale libre, composée de mille quatre cent quarante-vingt plaques minces de cuivre, revêtues de zinc sur une de leurs deux faces, et du diamètre d'une pièce de 5 francs. Ils avaient placé cette pile dans un bateau qui flottait sur l'eau d'une grande cuve, où ils avaient reconnu précédemment qu'un barreau d'acier aimanté d'un poids à-peu près égal à celui de la pile, et placé dans le bateau, arrivait, après quelques oscillations, dans le méridien magnétique; mais la pile ne prit aucune direction déterminée, comme cela devait arriver, puisqu'ils n'en mettaient pas les extrémités en communication, et qu'ainsi il n'y avait point de courant électrique : tous ces faits, et même les expériences de M. OErsted, étaient loin de prouver l'identité de l'électricité avec l'aimant. Cette identité n'a été établie que par

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 101 et 102.

M. Ampère; ce savant a lu, à ce sujet, plusieurs mémoires à l'Académie royale des sciences, dont voici l'extrait :

Le 18 septembre 1820, il réduisit les phénomènes observés par M. OErsted à deux faits généraux; il montra que le courant qui est dans la pile agit sur l'aiguille aimantée, comme celui du fil conjonctif, et rapporta les expériences d'après lesquelles il avait constaté l'attraction ou répulsion de toute la masse d'une aiguille aimantée par le fil conjonctif; il décrivit les instrumens qu'il se proposait de faire construire, et entre autres les spirales et les hélices galvaniques, qu'il annonça devoir produire les mêmes effets que les aimans; il donna ensuite quelques détails sur la manière dont il concevait que les aimans devaient uniquement leurs propriétés à des courans électriques dans des plans perpendiculaires à leur axe; il montra qu'on devait admettre des courans semblables dans le globe terrestre, et réduisit tous les phénomènes magnétiques à des effets purement électriques.

Le 25 septembre, il donna plus de développement à cette théorie; il annonça le fait nouveau de l'attraction et de la répulsion de deux courans électriques sans l'intermède d'aucun aimant, et répéta cette expérience dans le cours de la séance avec des conducteurs pliés en spirales. M. Ampère fit ensuite le résumé de ce qu'il avait lu dans cette séance et dans la précédente, et s'exprima ainsi :

1°. Deux courans électriques s'attirent quand ils se meuvent parallèlement dans le même sens, et ils se repoussent quand ils se meuvent parallèlement en sens contraire;



2°. Il s'ensuit que quand les fils métalliques qu'ils parcourent ne peuvent que tourner dans des plans parallèles, chacun des deux courans tend à amener l'autre dans une situation où il lui soit parallèle et dirigé dans le même sens ;

3°. Ces attractions et répulsions sont absolument différentes des attractions et répulsions électriques ordinaires ;

4°. Tous les phénomènes que présente l'action mutuelle d'un courant électrique et d'un aimant, découverts par M. OErsted, que j'ai analysés et réduits à deux faits généraux dans un mémoire précédent, lu à l'Académie le 18 septembre 1820, rentrent dans la loi d'attraction et de répulsion de deux courans électriques, telle qu'elle vient d'être énoncée, en admettant qu'un aimant n'est qu'un assemblage de courans électriques qui sont produits par une action des particules de l'acier les unes sur les autres, analogue à celle des élémens d'une pile voltaïque, et qui se meuvent dans les plans perpendiculaires à la ligne qui joint les deux pôles de l'aimant ;

5°. Lorsque l'aimant est dans la situation qu'il tend à prendre par l'action du globe terrestre, ces courans sont dirigés dans le sens opposé à celui du mouvement apparent du soleil ; en sorte que quand on place l'aimant dans la situation contraire, afin que ceux de ses pôles qui regardent les pôles de la terre soient de même espèce qu'eux, les mêmes courans se trouvent dans le sens du mouvement apparent du soleil ;

6°. Les phénomènes connus qu'on observe lorsque deux aimans agissent l'un sur l'autre, rentrent dans la même loi ;

7°. Il en est de même de l'action que la terre exerce sur un aimant, en admettant dans le globe terrestre des courans électriques dans des plans perpendiculaires à la direction de l'aiguille d'inclinaison, et qui se meuvent de l'est à l'ouest ;

8°. Il n'y a rien de plus à l'un des pôles d'un aimant qu'à l'autre ; la seule différence qu'il y ait entre eux est que l'un se trouve à gauche et l'autre à droite des courans électriques qui donnent à l'acier les propriétés magnétiques.

9°. Lorsque Volta eut prouvé que les deux électricités, positive et négative, des deux extrémités de la pile s'attiraient et se repoussaient d'après les mêmes lois que les deux électricités produites par les moyens connus avant lui, il n'avait pas pour cela démontré complètement l'identité des fluides mis en action par la pile et par le frottement ; mais cette identité le fut autant qu'une vérité physique peut l'être, lorsqu'il montra que deux corps, dont l'un était électrisé par le contact des métaux, et l'autre par le frottement, agissaient l'un sur l'autre dans toutes les circonstances, comme s'ils avaient été tous les deux électrisés avec la pile ou avec la machine électrique ordinaire. Le même genre de preuves se trouve ici à l'égard de l'identité des attractions et répulsions des courans électriques et des aimans. Je viens de montrer à l'Académie l'action mutuelle de deux courans ; les phénomènes anciennement connus relativement à celle de deux aimans rentrent dans la même loi : en partant de cette similitude, on prouverait seulement que les fluides électriques et magnétiques sont soumis aux mêmes lois, comme on l'admet depuis long-temps, et le seul changement à faire à

la théorie ordinaire de l'aimantation serait d'admettre que les attractions et répulsions magnétiques ne doivent pas être assimilées à celles qui résultent de la tension électrique, mais à celles que j'ai observées entre deux courans. Les expériences de M. Oersted, où un courant électrique produit encore les mêmes effets sur un aimant, prouvent de plus que ce sont les mêmes fluides qui agissent dans les deux cas.

Le 9 octobre suivant, M. Ampère présenta à l'Académie des expériences qui mettaient dans tout son jour *l'identité d'action entre les fils conjonctifs et les courbes fermées*, qu'il conçoit comme des courans électriques dans des plans perpendiculaires à la ligne qui joint les deux pôles d'un aimant. Il fit voir, sur deux courans électriques rectilignes, les mêmes effets qu'il avait montrés, dans la séance précédente, sur des courans dont les conducteurs étaient pliés en spirales.

M. Ampère lut, dans la même séance, un mémoire où il donnait les résultats de quelques nouvelles expériences sur les mêmes phénomènes, et sur les circonstances où ils se produisent; il décrivit la marche qu'il a suivie depuis pour calculer les effets des courans électriques d'une longueur finie et ceux des aimans; il annonça qu'il attendait, pour entreprendre ces calculs, d'avoir achevé de déterminer, par l'expérience, la loi des attractions de deux portions infiniment petites de courans électriques, sur laquelle il donna de premiers aperçus. Il insista, dans ce mémoire, sur toutes les différences qui établissent, entre les attractions et les répulsions des courans électriques et celles de l'électricité

ordinaire, *une dissemblance et presque une opposition complète.*

Le 16 octobre, il lut une note relative aux belles expériences de M. Arago sur l'*aimantation de l'acier* à l'aide du courant produit par une pile voltaïque, en le faisant passer dans un fil conducteur plié en hélice, expériences conformes à ce qu'il avait annoncé sur l'identité de ces courans et de ceux qu'il admet dans les aimans, et qui peuvent être regardées comme en *complétant la démonstration.*

Le 30 suivant, M. Ampère annonça à l'Académie que, conformément à sa théorie sur les phénomènes que présentent les courans électriques et les aimans, l'action du globe terrestre amène dans un plan perpendiculaire à la direction de l'aiguille d'inclinaison le plan d'une portion mobile du conducteur d'un appareil voltaïque, disposée de manière à former un circuit presque fermé. Il décrivit deux instrumens, dont le premier lui avait servi à produire le mouvement du fil conjonctif, correspondant à la direction de l'aiguille d'une boussole dans le plan horizontal suivant la ligne de déclinaison, et l'autre, celui qui correspond à la direction de l'aiguille d'inclinaison dans le plan du méridien magnétique. Il fit voir, dans cette séance, un instrument où l'on fait tourner dans un plan horizontal une portion du courant électrique, dont le conducteur est attaché à un pivot vertical, par l'action d'un autre courant, action qui l'amène dans la situation où *ces deux courans sont parallèles et dirigés dans le même sens.*

Dans la séance du 6 novembre 1820, M. Ampère annonça à l'Académie un fait relatif à l'ac-

tion des conducteurs pliés en hélices, fait qu'il avait reconnu long-temps avant d'en connaître la cause, et que M. Arago avait également observé; il en conclut :

1°. Un moyen très-simple de neutraliser l'effet longitudinal d'un courant électrique dans un conducteur plié en hélice, et d'en réduire l'action à l'effet transversal, qui se trouve alors identique à celui d'un aimant;

2°. Une loi qu'il n'avait alors vérifiée qu'à l'égard de l'action exercée par cette sorte de courans, mais qu'il a depuis prouvée, par des expériences directes, être vraie en général pour chacune des portions infiniment petites dont il faut concevoir les courans électriques comme composés, pour pouvoir en calculer les effets.

Quand on veut se faire une idée nette de la loi que M. Ampère expose dans ce mémoire, il faut concevoir dans l'espace une ligne représentant, en grandeur et en direction, la résultante de deux forces qui sont semblablement représentées par deux autres lignes, et supposer dans les directions de ces trois lignes trois courans électriques dont les forces attractives ou répulsives sont proportionnelles à leurs longueurs. La loi dont il s'agit consiste en ce que le courant dirigé suivant la résultante exerce, dans quelque direction que ce soit, sur un autre courant électrique, ou sur un aimant, la même action que la réunion des deux courans dirigés suivant les composantes.

M. Ampère n'a, dans ce mémoire, établi cette loi que sur un seul fait, celui de la double action produite par un fil conducteur plié en hélice, qui agit à-la-fois comme un conducteur

rectiligne égal en longueur à l'axe de l'hélice, et comme un assemblage d'autant de portions de conducteurs circulaires égaux et parallèles à la circonférence de la base du cylindre qu'entoure l'hélice, que cette hélice a de spires, conformément à la loi dont nous parlons. L'égalité de la première action et de celle d'un conducteur rectiligne égal en longueur à l'axe de l'hélice, est prouvée par l'expérience d'une manière rigoureuse, parce que cette action est exactement compensée par celle en sens opposé qu'on produit en faisant revenir le même fil conducteur par l'axe de l'hélice dans un tube de verre ou de papier recouvert de ses spires, et qui empêche cette hélice de communiquer avec la portion du fil enfermée dans le tube: l'action se réduit alors à celle d'un assemblage d'autant de courans électriques circulaires qu'il y a de spires. D'après la manière dont M. Ampère conçoit les courans des aimans auxquels il attribue tous les effets qu'ils produisent, l'action d'un fil conducteur ainsi disposé doit être identique à celle d'un barreau aimanté: c'est ce que l'expérience a vérifié de la manière la plus complète. L'instrument qui résulte de cette disposition, suspendu comme l'aiguille d'une boussole, se conduit précisément de la même manière que cette aiguille en présence d'un aimant, et agit à son tour sur l'aiguille d'une boussole précisément comme un aimant. M. Ampère a présenté cet instrument à l'Académie des sciences, après avoir fini la lecture de son mémoire. Les expériences auxquelles il est destiné et qui ont été répétées devant plusieurs de ses membres, offrent une des preuves les plus frappantes de la théorie de l'auteur sur

l'identité de l'électricité et du magnétisme. M. Ampère a aussi conclu des mêmes considérations qu'un tube de verre d'un petit diamètre, entouré des spires d'une hélice assez inclinée, en fil de laiton, forme, lorsque l'autre extrémité du conducteur revient par l'intérieur du tube, un instrument très-simple, et très-commode pour porter le courant électrique où l'on veut, sans que l'action qui lui reste, et qui est alors très-petite, trouble sensiblement celle du reste du conducteur, lorsqu'on veut l'observer ou en mesurer les effets.

~~~~~

*Mémoire sur l'expression analytique des attractions et répulsions des courans électriques. Lu le 4 décembre 1820.*

Le but que s'est proposé M. Ampère dans ce mémoire, est de montrer que tous les faits relatifs soit à l'action mutuelle de deux aimans, soit à celle d'un conducteur voltaïque et d'un aimant, découverte par M. OErstedt, soit à celle de deux conducteurs qu'il a observés le premier, peuvent être ramenés à une cause unique, consistant dans une force tantôt attractive, tantôt répulsive entre les portions infiniment petites de ce qu'il a nommé courans électriques, mais agissant toujours suivant la ligne qui joint leurs milieux; seule direction dans laquelle l'auteur pense qu'on puisse supposer que s'exerce une force attractive ou répulsive, de quelque nature qu'elle soit. Il s'agissait pour cela de trouver d'abord la loi suivant laquelle cette force doit

varier, pour que ses effets soient tels que les offre l'expérience.

M. Ampère a admis que cette action n'est pas seulement fonction de la distance, mais qu'elle dépend aussi des angles qui déterminent la position respective des deux portions infiniment petites des courans électriques et de la ligne qui en joint les milieux.

Cette supposition ne semble pas d'abord conforme à l'idée qu'on se fait des forces attractives et répulsives; mais c'est uniquement, remarque l'auteur, parce que l'attraction universelle, premier type de cette idée, ne dépendant que de la distance, nous ne sommes pas encore accoutumés à y faire entrer d'autres élémens.

Quoi qu'il en soit, la manière dont la distance entre dans l'attraction de deux courans électriques, est celle qu'il avait annoncée comme la base de toutes ses recherches, dans un précédent mémoire, lu le 9 octobre 1820.

Non-seulement la force que M. Ampère admet entre deux portions infiniment petites des courans électriques, est dirigée suivant la ligne qui en joint les milieux, mais elle se rapproche encore des lois d'attraction et de répulsion observées dans d'autres phénomènes, en ce que pour une même position respective des deux portions de courans électriques que l'on considère, elle est en raison inverse du carré de la distance.

Le premier résultat qu'en a déduit M. Ampère, par une intégration fort simple, est que, conformément à ce que M. le marquis de Laplace avait trouvé par le calcul, et M. Biot par l'expérience, dans le cas de deux courans rectilignes dont les directions sont parallèles, si l'on sup-

pose un des courans d'une longueur infinie, la résultante des actions de toutes ses parties sur un élément de l'autre, et par conséquent aussi sur une de ses portions d'une longueur déterminée, est en raison inverse de la plus courte distance des deux courans.

L'auteur remarque à ce sujet que ce résultat est indépendant de la manière dont on admet que l'angle que forment deux portions infiniment petites de courans parallèles avec la ligne qui en joint les milieux, entre dans la valeur de leur attraction mutuelle; il est une suite nécessaire de ce qu'alors cette attraction ne peut dépendre que de cet angle et de la distance entre ces deux petites portions de courans électriques.

Cette loi peut donc être considérée comme une conséquence nécessaire des principes dont M. Ampère avait établi, dans le mémoire que nous venons de citer, qu'on devait partir pour calculer les phénomènes de ce genre; mais il n'en était pas moins important de la comparer avec des résultats d'expériences précises. Ces expériences ont été faites par M. Biot; il s'est servi pour cela d'un moyen ingénieux, qui l'a conduit à reconnaître l'exactitude de cette loi, avant qu'elle eût été déduite par le calcul de la théorie de M. Ampère. Les résultats de ces expériences ont été communiqués à l'Académie royale des sciences dans un mémoire lu à la séance du 30 octobre 1820.

Mais le savant auteur de ce mémoire suppose (1) que la force émanée du conducteur électrique qu'il faisait agir sur un petit aimant,

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 225.

s'exerce dans un sens perpendiculaire au rayon vecteur, et M. Ampère pense qu'elle agit dans la direction de ce rayon. Quelque différence qu'il y ait entre ces deux manières de concevoir les phénomènes, elles conduisent dans un grand nombre de cas aux mêmes conséquences, en sorte que les expériences où ces conséquences se vérifient, ne peuvent servir à décider directement la question. Mais, comme le fait remarquer M. Ampère dans son mémoire, la manière dont il explique l'action des conducteurs voltaïques sur les aimans, offre le double avantage,

1°. De ne pas supposer que ces conducteurs agissent sur des particules magnétiques dont rien ne démontre l'existence, mais de les considérer comme exerçant leur action sur des dispositions de l'électricité, semblables à celle qu'on établit dans des fils de laiton lorsqu'on les met en communication avec les deux extrémités d'une pile voltaïque, et cela précisément de la même manière qu'ils agissent sur les fils où elle existe dans les expériences où il n'y a point d'aimant.

2°. De n'admettre des forces attractives ou répulsives entre deux points que suivant la ligne qui joint ces deux points.

Ce n'est pas seulement sur les faits découverts par M. OErstedt et sur ceux que M. Ampère a fait connaître aux physiciens, qu'il appuie sa théorie. Il en trouve des preuves dans tous les phénomènes que présente l'action mutuelle de deux aimans; il pense qu'on rend plus complètement raison de ces phénomènes, lorsqu'on regarde les aimans comme des assemblages de courans électriques, qu'on ne peut le faire dans la supposition de deux fluides magnétiques, l'un

austral, l'autre boréal, adoptée jusqu'à présent. Il cite à l'appui de ses idées quelques-uns de ces phénomènes, auxquels on n'a pas jusqu'à présent fait assez d'attention, et qui ne lui paraissent pouvoir s'expliquer d'une manière satisfaisante qu'en l'adoptant.

M. Ampère démontre ensuite qu'en nommant  $g, h$ , les intensités des deux portions infiniment petites de courans électriques,  $\alpha$  et  $\beta$ ; les angles que leurs directions font avec la ligne qui en joint les milieux et qui par conséquent en mesure la distance,  $r$  la longueur de cette ligne et  $\gamma$  l'angle formé par deux plans passant par la même ligne et par les directions des deux petites portions de courans électriques, l'expression analytique la plus générale de l'action qu'elles exercent l'une sur l'autre, déduite de la loi communiquée à l'Académie dans la séance du 6 novembre dernier, est

$$\frac{gh}{r^2} \left( \sin. \alpha \sin. \beta \cos. \gamma + \frac{n}{m} \cos. \alpha \cos. \beta \right),$$

où  $\frac{n}{m}$  désigne une fraction constante; il expose les raisons qui le portent à croire qu'elle est nulle quand cette formule représente l'action dont il est ici question, ce qui la réduit à

$$\frac{gh \sin. \alpha \sin. \beta \cos. \gamma}{r^2};$$

il montre qu'on peut en déduire les résultats obtenus par un de nos premiers physiciens dans des expériences qu'il a communiquées à l'Académie; le 30 octobre dernier, sur la mesure précise de l'action découverte par M. OErstedt entre un con-

ducteur voltaïque et un aimant; il pense que l'hypothèse proposée par l'auteur de ces expériences pour expliquer cette action et la manière dont lui-même l'a auparavant expliquée, conduisent aux mêmes résultats, et ne diffèrent qu'en ce que la première suppose que l'action du conducteur s'exerce sur des molécules de magnétisme boréal et de magnétisme austral: manière de voir qui oblige l'auteur à admettre que cette action est dirigée perpendiculairement aux plans qui passent par ces molécules et par le fil conducteur, et qu'en suivant les idées de M. Ampère, on est conduit à regarder les phénomènes découverts par M. OErstedt, ainsi que ceux connus depuis long-temps qu'offre l'action mutuelle de deux aimans, comme produits *uniquement par l'électricité*, disposée ou se mouvant dans des courbes fermées et situées dans des plans perpendiculaires à l'axe d'un aimant, précisément comme elle est disposée ou se meut dans un conducteur voltaïque. M. Ampère pense qu'il existe entre ces courbes et le fil conducteur la même action qu'il a montrée, par des expériences directes, exister entre deux courans électriques produits par la pile; en sorte que cette action est toujours dirigée suivant la ligne qui joint les points entre lesquels elle s'exerce, et qu'on n'est plus obligé de supposer qu'elle se développe dans une direction perpendiculaire à cette ligne.

Dans la séance du 11 décembre, M. Ampère a lu une note sur quelques expériences qu'il venait de faire: l'une d'elles confirme ce qu'il avait dit dans le mémoire lu le 4 décembre, et tend à prouver qu'en effet la valeur de la fraction  $\frac{n}{m}$

est très-petite et doit être considérée comme absolument nulle.

M. Ampère termine cette note en remarquant l'analogie que présente la formule

$$\frac{g h \sin. \alpha \sin. \beta \cos. \gamma}{r^2}$$

avec celle qui exprime la quantité de chaleur rayonnante qu'une portion infiniment petite de surface reçoit d'une autre petite portion de surface ou qu'elle lui envoie. Il résulte de cette analogie que deux portions de surface couvertes de courans électriques dirigés dans le même sens exercent, à quelque distance que ce soit, la même action attractive ou répulsive sur un point pour lequel elles interceptent des portions égales d'une surface sphérique infinie, de même que des surfaces également échauffées exercent, dans le même cas, la même action calorifique. Il s'ensuit aussi que si les courans électriques des deux surfaces ont lieu en sens contraire, les actions qu'elles exercent dans ce cas se détruisent mutuellement. C'est sur cette considération que M. Ampère fonde une explication très-simple des diverses circonstances qu'on observe dans l'action mutuelle de deux aimans. Il en indique plusieurs, qui résultent immédiatement de cette conséquence de sa formule, et qui ne s'expliquent pas aussi bien dans l'hypothèse ordinaire sur la cause des phénomènes magnétiques. Quelques faits sont si peu d'accord avec cette hypothèse, qu'on ne voit guère comment ceux qui l'adoptent pourraient s'en rendre raison. Tels sont la disposition de la limaille de fer sur un parallépipède d'acier aimanté; le changement d'attraction en répulsion

entre un aimant et un fil conjonctif dont les directions font un angle droit, quand le fil conjonctif, en se mouvant parallèlement à lui-même, passe d'une situation où il correspond à l'intervalle des deux pôles de l'aimant, à une situation où il se trouve hors de cet intervalle; et une observation de M. Boissgiraud, que ce physicien a publiée avec d'autres expériences intéressantes; dans le cahier de novembre des *Annales de Chimie et de Physique*.

~~~~~

*Exposition du moyen par lequel il est facile de s'assurer directement, et par des expériences précises, de l'exactitude de la loi des attractions et répulsions des courans électriques, suivie de quelques observations sur cette loi. Mémoire lu le 26 décembre 1820.*

Ce mémoire est une suite du précédent, dans lequel, après avoir montré l'importance de la loi qu'il avait communiquée à l'Académie le 6 novembre 1820, par les conséquences qu'il en avait tirées, l'auteur avait annoncé que cette loi n'ayant encore été vérifiée qu'à l'égard des conducteurs pliés en hélice, il s'occuperait des moyens de s'assurer qu'elle n'avait pas lieu seulement dans le cas où les conducteurs sont de cette forme, mais à l'égard des courans électriques en général, de quelque manière que soient disposés les fils métalliques qu'ils parcourent.

Comme c'est de cette loi qu'il a déduit l'expression analytique de l'action mutuelle de

deux portions infiniment petites de courans électriques, dont on peut conclure par les méthodes ordinaires d'intégration toutes les circonstances de cette action, pour des courans de grandeur finie, soit à l'égard de ceux qu'on produit avec une pile de Volta, soit à l'égard des courans disposés dans les aimans de la manière qu'il a précédemment expliquée, on sent qu'il a dû chercher les moyens de la vérifier par des expériences directes et susceptibles de précision.

D'après l'énoncé déjà donné de cette loi, il est aisé de voir qu'elle se réduit à ceci :

Si l'on fixe sur la direction d'un courant électrique deux points infiniment rapprochés, et qu'on substitue à la petite portion de courant comprise entre ces points une autre portion de ce même courant, suivant une ligne pliée ou contournée d'une manière quelconque, mais se terminant toujours aux mêmes points sans s'en écarter nulle part à une distance finie, cette substitution ne changera en aucune manière l'action exercée dans quelque direction que ce soit, par la petite portion de courant que l'on considère sur une autre portion de courant électrique éloignée de la première d'une quantité finie.

M. Ampère remarque qu'il n'en est ainsi que parce que tous les points de la ligne supposée infiniment petite sont censés à la même distance de celui sur lequel elle agit : d'où il suit que l'action d'un circuit fermé infiniment petit serait nulle, par la compensation qui aurait toujours lieu entre l'attraction exercée par une de ces moitiés et la répulsion exercée par l'autre, et qu'enfin, si un circuit d'une grandeur finie produit des attractions ou des répul-

sions, c'est uniquement parce que l'action diminuant en raison inverse du carré de la distance, il n'y a plus, entre les actions produites par ses diverses portions qui se trouvent à différentes distances du courant électrique ou de l'aimant sur lequel il agit, la même compensation qui aurait lieu nécessairement, si elles étaient toutes à la même distance de ce courant ou de cet aimant.

L'auteur donne ensuite la description d'un instrument propre à vérifier directement cette loi, instrument qu'il a depuis fait construire, et avec lequel il a fait des expériences qui en confirment pleinement l'exactitude, quelle que soit la manière dont de très-petites portions du fil conducteur sont pliées ou contournées. Cet instrument se compose de deux règles verticales entre lesquelles on suspend, comme l'aiguille de la balance de torsion et à égales distances de l'une et de l'autre, un conducteur vertical mobile autour d'un axe vertical, et qu'il est bon de rendre astatique en composant la partie mobile de l'appareil de deux circuits presque fermés égaux et opposés, ce qui rend nulle l'action que le globe terrestre exerce sur lui ; on peut aussi faire l'expérience sans cette précaution, mais alors il faut que le plan des deux règles soit parallèle à celui du méridien magnétique, afin que le plan de la partie mobile lui soit perpendiculaire ; tandis que ce dernier plan peut être placé dans le vertical qu'on veut, quand cette partie est astatique : on place alors le conducteur vertical mobile à égale distance des deux règles, en faisant tourner la pince à laquelle est attachée l'extrémité supérieure du fil à l'extrémité infé-



rieure duquel la partie mobile est suspendue. Ces deux règles portent deux fils de laiton qui font partie d'un même circuit dont les extrémités communiquent avec celles de la pile. La partie de chaque fil qui est sur la surface de la règle qui la porte, est rectiligne pour l'une, et pliée et contournée à chacun de ses points pour l'autre; le reste du circuit se compose de deux parties égales et semblables, placées à égales distances des deux côtés du petit aimant. On établit les communications de manière que le courant qui a lieu dans les deux moitiés du circuit, exerce sur le conducteur mobile des actions qui tendent à se détruire mutuellement. Comme ces deux moitiés du circuit ne diffèrent qu'en ce qu'une partie rectiligne de l'une correspond à une partie de l'autre, pliée et contournée comme nous venons de le dire, il est évident que, dans le cas où les plis et les contours de cette dernière rendraient son action plus grande ou plus petite que celle de la partie rectiligne de l'autre moitié du circuit, le conducteur mobile serait dévié par une force égale à la différence de ces deux actions, au lieu que si la loi énoncée plus haut est exacte, ce conducteur reste dans la situation où on l'avait mis avant d'établir les communications, en équilibre entre deux forces égales. C'est en constatant qu'il en est en effet ainsi, que l'expérience démontre l'exactitude de cette loi. Une fois qu'elle est mise hors de doute, la formule qu'a donnée M. Ampère s'en déduit aisément par une démonstration purement géométrique que l'auteur a insérée dans le cahier de septembre du *Journal de Physique*; il a aussi tenté l'expérience que nous venons de décrire en substituant

un petit aimant à la portion mobile de fil conjonctif suspendue entre les deux conducteurs, mais il a reconnu que ce moyen n'est point propre à atteindre le but désiré, parce que les courans électriques de l'aimant ayant lieu dans des courbes fermées de grandeur comparable à celle des contours du conducteur fixe non rectiligne, si elles ne sont même beaucoup plus petites, il en résulte entre l'aimant et ce conducteur une action compliquée, qui ne se réduit plus à la somme des actions longitudinales égale à celle d'un conducteur rectiligne.

Dans un dernier mémoire lu à l'Académie des Sciences, les 8 et 15 janvier 1821, M. Ampère a donné quelques essais de calcul, relatifs à l'action mutuelle d'un fil conjonctif et d'un aimant, d'après les formules qui lui servent pour déduire de la loi dont nous venons de parler toutes les circonstances de cette action; il l'a terminé par l'examen d'une question qui ne lui paraît pas susceptible d'être résolue d'une manière certaine avant qu'on ait poussé plus loin ces calculs et qu'on en ait comparé les résultats avec ceux de l'expérience dans des cas où l'on n'a point encore fait d'observation précise. Il s'agit de savoir si les courbes fermées suivant lesquelles ont lieu les courans électriques qui donnent à l'acier aimanté les propriétés qui le caractérisent, sont situées concentriquement autour de la ligne qui joint les deux pôles de l'aimant, ou si ces courans sont répartis dans toute sa masse autour de chacune de ses particules, toujours dans des plans perpendiculaires à cette ligne. Plusieurs considérations que l'auteur n'a pas développées, lui semblent donner peut-être quelques probabilités

de plus à cette dernière manière de concevoir l'existence des courans électriques dans les aimans; mais comme presque tous les phénomènes connus jusqu'à présent s'expliquent également bien dans la première, il a cru devoir laisser cette question indécidée, jusqu'à ce que de nouveaux calculs et de nouvelles expériences aient fourni toutes les données nécessaires à sa solution.

L'auteur a donné dans les mêmes mémoires deux transformations de la formule

$$\frac{gh \sin. \alpha \sin. \beta \cos. \gamma}{r^2},$$

elles consistent en ce que si l'on nomme  $k$ , la plus courte distance des directions des deux petites portions de courans électriques,  $c$  l'angle de ces directions,  $x, z$ , les distances des milieux de ces petites portions de courans à la ligne  $k$ , et  $u, v$ , leurs distances à l'intersection de deux plans élevés perpendiculairement sur ces milieux, la formule devient :

$$\frac{gh (k^2 \cos. c + xz \sin.^2 c)}{r^4},$$

ou

$$\frac{gh}{r^2} \left( \cos. c + \frac{uv \sin. c}{r^2} \right).$$

Le travail de M. Ampère, dont nous nous sommes proposé de donner une idée sommaire, a été publié dans les *Annales de Chimie et de Physique*, cahiers de septembre et d'octobre, et imprimé à part, chez Crochard, libraire, cloître Saint-Benoît, n°. 16, à Paris.

## DESCRIPTION

*De nouvelles grilles à barres creuses, pour les fourneaux et les foyers ;*

PAR M. IKIN (1).

CE nouveau système de grille, pour lequel l'auteur a obtenu une patente en Angleterre, le 27 janvier 1818, se compose de barres creusées dans toute leur longueur, à travers lesquelles on fait passer un courant d'eau. M. Ikin construit ces grilles de deux manières : 1°. en les fondant d'une seule pièce, réunissant les extrémités des barres par une traverse, et laissant entre elles un espace suffisant pour l'admission de l'air, ainsi qu'on le voit *fig. 1, 2 et 3, Pl. VI* ; 2°. en formant des barres creuses isolées, les recourbant à leurs extrémités et les joignant bout à bout au moyen des embâses dont elles sont munies. Il résulte de cette disposition indiquée par la *fig. 4*, un canal continu et serpentant, destiné à recevoir un courant d'eau d'un réservoir supérieur par un tuyau de fer ou de cuivre D, *fig. 5*, lequel s'adapte à l'une des ouvertures de la grille ; un autre tube E conduit le fluide échauffé par son passage à travers la grille, dans les parties du bâtiment où l'on en a besoin.

Le nombre, la longueur et l'épaisseur des

(1) Cet article est extrait du *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

barres, ainsi que la largeur de l'espace ménagé entre chacune d'elles, se règlent d'après les dimensions et la forme du foyer.

La *fig. 3* représente une section verticale des barres, suivant la ligne A B du plan. La *fig. 5* est la vue de l'extrémité de la grille et du réservoir C placé au-dessus. Le tube D s'adapte au fond du réservoir et vient aboutir à l'orifice *a* de la grille; un autre tube E fixé à l'orifice *b*, s'élève jusqu'au bord du réservoir, où il est recourbé. L'eau, après avoir traversé le tube D, entré par l'orifice *a* dans la grille, dont elle parcourt successivement les canaux pratiqués dans l'intérieur des barres; elle y est fortement chauffée, et sort ensuite par le tuyau E, dans lequel elle s'élève, par la légèreté spécifique qu'elle a acquise, jusqu'au niveau de la chute. On obtiendra ainsi un courant continu d'eau chaude dont on peut se servir pour différens usages; mais il faut avoir soin que les canaux de la grille soient constamment pleins, et que l'eau soit remplacée à mesure qu'elle s'évapore. Au lieu de ramener le tube E dans le réservoir supérieur, on peut le diriger à volonté dans toute autre partie du bâtiment.

L'auteur observe que ces nouvelles grilles possèdent l'avantage : 1<sup>o</sup>. de se conserver longtemps, le feu le plus violent ne pouvant rougir ni faire courber les barres; 2<sup>o</sup>. d'empêcher que les escarbilles, en s'attachant aux barres, obstruent le courant d'air, et que la chaleur s'échappe dans le cendrier au lieu de s'élever sous la chaudière; 3<sup>o</sup>. de fournir constamment un grand approvisionnement d'eau chauffée sans aucune dépense additionnelle de combustible.

Pour éviter les inconvéniens résultant du con-

tact immédiat de l'eau avec le fer fortement chauffé, on pourrait construire la grille comme il est indiqué *fig. 6*, en la composant de pièces de fonte semblables et correspondantes, qui en se superposant admettraient entre elles, dans les parties creusées en gouttière, un tube de cuivre F, dont les sinuosités suivraient celles du canal intérieur de la grille.

Nous pensons que cette idée, qui peut paraître singulière, est susceptible de quelques applications utiles, et qu'elle serait propre à être exécutée dans les établissemens de bains, qui consomment une si grande quantité d'eau chaude.



#### *Explication des figures de la Planche VI.*

*Fig. 1*, Vue de la grille complète, composée de barres réunies par une traverse.

*Fig. 2*, Coupe horizontale de la même.

*Fig. 3*, Section verticale des barres, sur la ligne A B du plan.

*Fig. 4*, Coupe horizontale d'une grille dont les barres creuses et recourbées sont jointes bout à bout au moyen des embâses *d*.

*Fig. 5*, Vue de l'extrémité de la grille du côté opposé à l'entrée du foyer, surmontée d'un réservoir plein d'eau.

*Fig. 6*, Autre système de grille dont les canaux intérieurs sont garnis d'un tube de cuivre F.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

A, Barreaux de la grille.

B, traverse réunissant ces barreaux par leurs extrémités.

C, Réservoir plein d'eau placé au-dessus de la grille.

D, Tube d'entrée de l'eau, adapté au fond du réservoir.

E, Tube de sortie s'élevant jusqu'au niveau de la chute.

F, Tuyau de cuivre garnissant l'intérieur de la grille, *fig. 6*.

*Tome V. 4<sup>e</sup>. livr.*

O o

G, Un des barreaux détachés de la grille, *fig. 4*, montrant la manière dont l'embâse *d* y est adaptée.

*a*, Orifice d'entrée de l'eau.

*b*, Orifice de sortie.

*c c*, Tringles serrées par des écrous et servant à réunir les traverses BB de la grille, *fig. 1*.

*dd*, Embâses au moyen desquelles on joint les barres recourbées de la *fig. 4*.

## SUITE DE L'EXTRAIT

*Du Rapport du Jury central sur les Produits de l'Industrie française exposés au Louvre en 1819.*

### *Machines hydrauliques.*

Le jury a décerné une médaille d'argent à M. Caignard de la Tour, de Paris, pour avoir présenté :

1°. Une vis d'Archimède pneumatique, dont l'effet est de porter le gaz sous un liquide quelconque. Cette machine, qui a été exposée sous le nom de *Caignardelle*, est déjà utilement employée dans la manufacture de céruse, à Clichy;

Vis d'Archimède pneumatique.

2°. Un appareil dit *machine à explosion*, où la vapeur est employée d'une manière nouvelle à faire le vide et à produire l'ascension de l'eau;

Machine à explosion.

3°. Un instrument dit *la Syrène*, au moyen duquel on peut compter le nombre de vibrations qui correspond à un son déterminé.

La Syrène.

M. Gailard, garde-magasin du bataillon des sapeurs-pompiers de Paris, a été mentionné honorablement pour avoir amélioré la construction des pompes à incendie en usage à Paris. Les perfectionnements introduits par M. Gailard rendent les réparations de ces machines faciles et en augmentent les effets. M. Gailard a en outre rendu ces appareils propres à être transportés

Pompes à incendie.

avec quatre hommes, par des chevaux, à de grandes distances.

Léviers hydrauliques.

Tuyaux en toile.

Le jury a encore décidé qu'il serait aussi fait mention honorable de M. Godin, de Paris, pour ses deux modèles de leviers hydrauliques perfectionnés; et de M. Quettier fils, de Corbeil, qui a exposé des tuyaux en toile de chanvre, sans coutures, pour le service des pompes à incendie. Ces tuyaux ont l'avantage d'être plus légers, plus flexibles et plus économiques que les tuyaux en cuir, et n'ont pas l'inconvénient de ceux-ci, dont la couture est sujette à manquer quelquefois pendant le service.

### Horlogerie.

Horlogerie de fabrique.

La branche d'industrie qui est désignée sous le nom d'*horlogerie de fabrique*, fournit des ébauches de mouvemens pour montres et pendules, ou simplement des matériaux préparés pour le service des horlogers, comme ressorts, fils d'acier pour pignons, etc.; elle produit aussi des ouvrages finis, mais dans le genre commun, et les verse dans le commerce par assortimens plus ou moins nombreux.

Les fabriques d'horlogerie qui ont envoyé leurs produits à l'exposition, sont situées dans les départemens du Doubs, du Haut-Rhin et de la Seine-Inférieure. La plus étendue de toutes est celle de MM. Jappy, à Beaucourt, département du Haut-Rhin. Elle fut fondée, il y a environ quarante ans, par le père des propriétaires actuels. On y fabrique des ébauches de mouvemens de montres par machines, avec une telle économie de main d'œuvre, que les mouvemens bruts, qui coûtaient autrefois 6 à 7 fr. pièce,

sont livrés aujourd'hui au commerce à des prix qui varient depuis 1 fr. 40 centimes jusqu'à 2 fr. : c'est une réduction de plus de 71 pour 100 sur les prix qui résultaient des anciens procédés. Cette intéressante manufacture fut détruite de fond en comble, le 1<sup>er</sup> juillet 1815, par un incendie qu'y allumèrent les troupes étrangères; mais elle a été relevée de ses ruines. Dans son état actuel, elle emploie de neuf cents à mille ouvriers, qui fabriquent par mois quatorze cents à seize cents douzaines d'ébauches de montres. La dixième partie seulement de ces produits est employée en France; le surplus est vendu à l'étranger.

Le département du Doubs possède un autre établissement où l'on fabrique par mécanique des ébauches de mouvemens de montres. Il a été formé à Seloncourt, près Montbelliard, par MM. Beurrier frères (1).

En 1793, une colonie d'horlogers suisses, attirée par les encouragemens du Gouvernement, s'établit à Besançon et y fonda une fabrique de montres, qui compte actuellement à-peu-près huit cents ouvriers des deux sexes. Cette population industrielle, subsistant encore après un laps de vingt-six ans, prouve que cette fabrication a pris racine, et qu'elle est définitivement établie. Les horlogers n'y sont pas réunis en un corps unique de fabrique; les ouvriers de divers genres travaillent, dans leurs habitations particulières, pour des établissemens ou pour des comptoirs, qui reçoivent les produits et les versent dans le com-

(1) Voyez le rapport de M. Héron de Villefosse, page 86 de ce volume.

merce : les ébauches sont tirées de Beaucourt ou de Seloncourt ; les montres sont finies à Besançon. On en fabrique annuellement environ trente mille avec leurs boîtes en or, en argent, ou en cuivre, ou en similor.

Le finissage est la partie du travail de l'horlogerie qui suppose l'industrie la plus distinguée, et qui est la plus lucrative. On voit avec regret que les fabriques de finissage soient si peu étendues, qu'elles sont à peine suffisantes pour employer la dixième partie des mouvemens bruts qui se fabriquent en France. Il est à désirer que nos horlogers n'abandonnent pas plus long-temps une aussi grande masse de travail aux étrangers.

Nous avons aussi des fabriques pour ébauches de mouvemens de pendules à la mécanique.

MM. Jappy frères en ont établi une dans le département du Doubs, à Badevel près de Montbelliard. On y fait annuellement quatre mille huit cents mouvemens de pendules, dont les trois quarts sont vendus aux horlogers de Paris.

Il y a environ un siècle qu'une fabrique de mouvemens bruts de pendules fut fondée à Saint-Nicolas d'Aliermont, dans le département de la Seine-Inférieure. Elle occupait à-peu-près trois cents ouvriers. Leur industrie n'avait point participé aux progrès communs ; elle était demeurée au même état où elle se trouvait au moment de sa fondation. Les moyens de travail étaient si imparfaits et les résultats si peu estimés, qu'ils ne pouvaient soutenir la concurrence étrangère et leur vente ne procurait plus aux ouvriers un salaire suffisant pour leur subsistance : la fabrique était, en 1807, au moment de s'éteindre, lorsqu'un administrateur éclairé, M. Savoye de

Rolin, appela et fixa à Saint-Nicolas d'Aliermont M. Honoré Pons, habile horloger de Paris, qui avait mérité une médaille d'argent à l'exposition de 1806. M. Pons a établi dans cette fabrique un autre système de travail. Des machines de son invention, au nombre de huit, sont employées pour les différentes opérations qui, avant lui, s'exécutaient péniblement à la main ou avec des instrumens imparfaits. La dextérité des ouvriers, aidée par ces nouveaux moyens, a donné des produits de meilleure qualité, et, dans le plus grand nombre des ateliers, ils ont été décuplés. Cette fabrique est aujourd'hui entièrement relevée. Les mouvemens qu'elle fait sont vendus aux premiers horlogers de Paris pour être finis.

L'horlogerie de fabrique est importante ; elle entretient une grande masse de travail, et particulièrement dans les campagnes, où ses ateliers sont presque toujours situés ; une branche assez considérable de commerce lui doit son existence.

Le Jury a décerné pour cette partie de l'horlogerie :

Une médaille d'or à MM. Jappy frères, à Beaucourt ;

Des médailles d'argent à MM. Pons, directeur de la fabrique de Saint-Nicolas d'Aliermont (1), M. Mathey-Doret, à Besançon, et Beurnier frères, à Seloncourt.

Des médailles de bronze ont été données à MM. Blondeau frères, à Saint-Hippolyte, qui dirigent une grande manufacture d'outils d'horlogerie en fer et acier poli ; et à MM. Peugeot

(1) M. Pons a été désigné par le Jury, en exécution de l'ordonnance du 9 avril 1819, comme l'un des artistes qui ont concouru aux progrès de l'industrie.

frères, à Hérimoncourt, qui fabriquent un acier excellent pour les ressorts de montres et de pendules.

Horlogerie fine à l'usage civil. On comprend sous cette dénomination les pièces d'horlogerie d'un travail soigné, et qui sont employées, soit comme pendules d'appartemens, soit comme montres de poches. Les pendules sont presque toujours encadrées dans des supports plus ou moins décorés, pour former des meubles élégans; mais on ne les considère ici que sous le rapport du mécanisme.

Cette espèce d'horlogerie est quelquefois combinée de manière à mettre en mouvement des jeux de musique ou des scènes d'automates. Quoique ces effets n'appartiennent qu'indirectement à l'horlogerie proprement dite, les machines qui les produisent méritent d'être prises en considération; elles sont l'objet d'un commerce suivi, et leur production occupe un assez grand nombre d'ouvriers intéressans.

MM. Breguet, père et fils, à Paris, ont présenté à l'exposition vingt objets d'horlogerie, nouveaux et perfectionnés, parmi lesquels il en est huit qui sont destinés à l'usage civil. Chacune de ces pièces est remarquable par des combinaisons ingénieuses et un travail parfait.

Les montres donnent l'heure avec une grande exactitude.

L'attention du public s'est particulièrement fixée sur la composition à laquelle M. Breguet a donné le nom de *pendules et montres sympathiques*. C'est une horloge marine qui règle une montre et la met à l'heure.

M. Breguet avait obtenu une médaille d'or aux précédentes expositions; il s'est mis hors de con-

cours à celle de 1819, comme membre du Jury.

Des médailles d'argent ont été décernées à MM. Bourdier, de Paris, et Favaret, de Jussey. MM. Lory et Destigny, à Rouen, ont obtenu des médailles de bronze. Enfin, le jury s'est plu à citer MM. Duchemin, Tavernier et Oudin, de Paris; ce dernier est auteur d'une montre à équation, dont la disposition est ingénieuse.

Le véritable objet de cette partie de l'horlogerie (1) est de donner exactement la mesure du temps par les moyens les plus simples, les plus solides et les moins sujets à réparation, et tels que la marche de la machine ne soit pas troublée par les variations de température, par les changemens de position ou par le transport.

M. Breguet, et feu M. Louis Berthoud, présentèrent aux expositions de 1802 et de 1806 des horloges marines et des garde-temps d'une exactitude qui égalait celles des instrumens les plus

Horlogerie astronomique.

(1) On ne comprend pas ici sous la dénomination d'horlogerie astronomique les machines par lesquelles on se propose de représenter les mouvemens des corps qui composent le système solaire. Des artistes ont souvent consumé leur temps à produire des machines de ce genre, qui supposaient une force de tête rare, un esprit fécond en ressources. Cependant le Jury a déclaré qu'il ne croyait pas devoir encourager les artistes à marcher dans cette route. Les plus parfaites de ces machines ne donnent qu'une idée incomplète et souvent fautive de la marche des corps célestes; elles sont toujours plus compliquées que le grand mécanisme qu'elles prétendent représenter; elles ne sont pas comprises par ceux qui ignorent l'astronomie, et n'attirent pas même les regards de ceux qui la savent. Enfin, il n'est point d'éphémérides qui ne contiennent des notions plus précises et plus complètes sur la position des astres à un instant donné: de plus, ces machines ne sont pas l'objet d'un commerce suivi.

parfaits connus. Cet art important et difficile a fait des progrès depuis 1806. Ces progrès ont été constatés par le compte qu'on s'est attaché à rendre des objets de ce genre qui ont été exposés, et qui placent M. Breguet à la tête de son art en Europe.

Le public, qui s'est toujours porté en foule auprès des brillans produits des fabriques de M. Breguet, aura pu juger par lui-même combien est méritée la haute réputation dont jouit l'horlogerie de cet artiste célèbre. Les personnes qui s'intéressent aux progrès de la navigation et des arts, nous ajouterons même à la gloire de la France, nous pardonneront, dit M. Costaz, d'être entrés dans quelques détails pour prouver que les mêmes ateliers où se fabriquent les montres et les pendules de luxe destinées aux souverains, et celles que se disputent à l'envi les plus riches particuliers de l'Europe, fournissent aux marins et aux voyageurs instruits des chronomètres supérieurs en exactitude à tout ce qui a été exécuté de plus parfait à l'étranger.

D'abord M. Costaz a rapporté la marche des deux *garde-temps* numérotés 3303 et 3033, qui figuraient à la dernière exposition. Ces chronomètres sont restés à poste fixe, mais celui de *poche*, dont on a aussi fait connaître la marche, a été déplacé et soumis à de fortes épreuves; le propriétaire, sir Thomas Brisbane, général anglais, l'a transporté plusieurs fois en poste et à cheval, de Valenciennes à Paris et à Cambrai, et sur plusieurs points de la frontière septentrionale du royaume.

La table qui donne la marche de ce dernier chronomètre a été dressée d'après les observa-

tions du général Brisbane lui-même, on voit, par cette table, qu'en seize mois le retard diurne de la montre de MM. Breguet n'a guère varié que d'une seconde et demie, et qu'à partir du mois de mars 1818, et jusqu'en octobre de la même année, c'est-à-dire dans une période de huit mois consécutifs, ce retard s'est maintenu entre  $0'',55$  et  $1'',54$ . On remarque encore que les mois les plus chauds ont correspondu aux plus forts retards: en sorte que les variations que nous venons de noter, toutes légères qu'elles sont, ne tiennent qu'à un petit défaut dans la compensation.

Des observations faites avec les chronomètres d'Émery, donnent, en six mois, une variation totale de  $2'',5$ ; mais si nous passons aux chronomètres du célèbre horloger anglais Earnshaw, nous trouverons, en ne tenant même compte que des épreuves qui ont valu à cet artiste une récompense nationale, que celui de ces garde-temps désigné sous le n<sup>o</sup>. 1, *retardait*, en septembre, d'environ  $2'',5$ : dans le mois de janvier suivant, l'*avance* moyenne diurne était de plus de  $1''$ . Le n<sup>o</sup>. 2 offre des variations plus fortes. Ces deux garde-temps avaient donc une marche moins régulière que la montre de poche du général Brisbane, quoique celle-ci ait été portée, et que les deux chronomètres d'Earnshaw soient constamment restés à l'Observatoire royal de Greenwich.

Par un *bill* relatif à la détermination des longitudes en mer, le parlement d'Angleterre promettait une récompense de 10,000 livres sterling (10,000 louis) à l'artiste qui exécuterait des chronomètres assez parfaits pour donner la lon-



gitude, au bout de six mois, sans une erreur de deux minutes de temps. Les conditions de ce prix, qui jusqu'ici n'a point été décerné, sont parfaitement remplies par les chronomètres de M. Breguet.

Le jury a encore vu avec une satisfaction particulière les ouvrages d'une exécution parfaite, présentés par MM. Berthoud frères, Lepaute fils, Bourdier et Pecqueur, de Paris, et il a décerné une médaille d'argent à chacun de ces artistes. M. Robin fils a obtenu une médaille de bronze. Cet habile horloger soutient la haute réputation que son père avait acquise par de nombreux et importants travaux.

Horloges  
publiques.

M. Wagner, de Paris, a obtenu une médaille d'argent pour avoir exposé une grosse horloge propre au service d'une ville ou d'un grand établissement public; et une machine pour la rotation des phares, qui réunit plusieurs idées utiles de son invention.

M. Wagner s'est fait des machines propres à tailler les roues les plus grandes et les plus épaisses, avec une exactitude précieuse pour les mécaniciens. Ses ateliers rendent aux arts des services importants.

Le jury a aussi décerné une médaille d'argent à M. Lepaute fils, de Paris; cet artiste a exposé une grande horloge qu'il a faite pour le palais de Compiègne. Cette machine est parfaitement traitée: elle a un remontoir dont l'action est concentrée à l'axe qu'il sollicite; elle est à équations. Elle aurait suffi elle seule pour classer M. Lepaute au nombre des horlogers les plus distingués.

Enfin M. Tissot, de Paris, a obtenu une mé-

daille de bronze pour avoir imaginé un mécanisme au moyen duquel une petite pendule fait sonner les heures sur un timbre d'horloge publique, assez fort pour être entendu à des distances considérables. Ce mécanisme est ingénieux, simple et d'un effet sûr. Il est sur-tout remarquable par son bas prix; on peut en faire des applications avantageuses dans les communes rurales (1).

*Instrumens de mathématiques, d'optique et de physique.*

La nation française a été long-temps dans une position d'infériorité pour cette branche d'industrie qui en suppose tant d'autres. Le jury s'est convaincu, par l'inspection des ouvrages qui ont été mis sous ses yeux, et par la connaissance qu'il a d'un grand nombre d'instrumens de construction française, employés avec succès par les astronomes, les géomètres et les physiciens, que, sous le rapport de la précision, sous celui de la perfection du travail et de la modération des prix, nous sommes aujourd'hui dans une position avantageuse.

Il s'est fait en France, depuis environ quarante ans, une révolution dans la construction des instrumens à mesurer les angles; cette révolution a eu son principe dans l'invention des cercles répétiteurs, due aux travaux de Mayer et à ceux de Borda.

Instrumens  
de mathéma-  
tiques pour  
mesurer les  
angles.

(1) M. Tissot a aussi présenté le modèle d'un mécanisme de son invention, qui diminue considérablement le frottement des axes tournans, quels que soient leur diamètre et leur poids.

M. Lenoir, ingénieur pour les instrumens de mathématiques, qui a obtenu la médaille d'or à la première exposition et la distinction du premier ordre à toutes les suivantes, construisit le premier cercle répétiteur de Borda. Cet instrument est devenu d'un usage général. L'avantage qu'il a de donner une grande précision, quoique ses dimensions soient petites, le rend très-précieux pour les observations qui exigent des voyages et le transport de l'instrument sur des points éloignés ou d'un accès difficile : son mérite est reconnu aujourd'hui même chez les nations qui s'étaient d'abord montrées les moins disposées à l'admettre.

Les instrumens qui ont servi à la dernière mesure du méridien, l'une des plus importantes opérations et des plus exactes qui aient été accomplies depuis l'origine de l'astronomie, ont tous été construits en France par MM. Lenoir et Fortin. Ce dernier, plus spécialement adonné à la construction des instrumens de physique, a secondé, par son talent, les travaux des physiciens français qui ont changé la face de la physique et créé la chimie moderne. Il a construit, avec une habileté rare, les instrumens qui ont servi à la plupart des expériences, et des déterminations numériques qui servent aujourd'hui de base à ces sciences; déterminations qui ont demandé l'emploi d'instrumens aussi précis que délicats.

M. Fortin a aussi construit des instrumens à mesurer les angles : il a présenté le cercle répétiteur avec lequel la latitude de Formentara a été déterminée par les astronomes chargés de la mesure de la méridienne; une boussole d'un

travail achevé, appartenant à l'Observatoire royal, et destinée à l'observation des variations diurnes de l'aiguille aimantée; une grande règle de platine; un baromètre portatif, etc., etc.

Cet habile artiste construit dans ce moment, pour l'Observatoire, un cercle astronomique de 5 pieds et demi de diamètre, qui a été examiné par les membres du Jury : cet instrument ajoutera à la grande réputation dont M. Fortin jouit déjà dans toute l'Europe. Le Jury lui a décerné une médaille d'or.

Une semblable médaille a été décernée à M. Gambey, de Paris, pour avoir présenté un cercle répétiteur astronomique, un théodolite, un cercle répétiteur à réflexion, une boussole destinée à l'observation des variations diurnes de l'aiguille aimantée, et un comparateur.

Les instrumens de M. Gambey ont paru des modèles sous le triple rapport de l'exactitude des divisions, de l'élégance du travail, et des principes qui ont présidé à la construction et à la disposition des pièces nombreuses dont ils se composent, et des mécanismes par lesquels les mouvemens s'exécutent. M. Gambey, quoique très-jeune, est déjà un artiste du premier ordre.

M. Lenoir fils, de Paris, dont les ateliers sont connus depuis long-temps, a obtenu une médaille d'argent pour avoir exposé trois cercles répétiteurs astronomiques, dont le plus grand a un mètre de diamètre; deux cercles géodésiques; un miroir parabolique de sa construction, destiné à un phare; deux boussoles, l'une d'inclinaison et l'autre de déclinaison, dont l'aiguille est à retournement; et plusieurs autres instrumens à mesurer les angles et à niveler.

MM. Jecker frères, de Paris, continuent de livrer au commerce et à la marine une grande variété d'instrumens de mathématiques et d'astronomie, à des prix modérés; ils avaient exposé des modèles de ces divers instrumens. Le Jury a trouvé que leur industrie a pris des accroissemens et reçu des améliorations depuis 1806; il leur a décerné une médaille d'argent.

Le jury a aussi examiné avec beaucoup d'attention un cercle répéteur de MM. Richer père et fils, de Paris. Cet instrument n'a pu être exposé, parce qu'il étoit employé par les ingénieurs du dépôt de la guerre, chargés de la mesure du parallèle compris entre Brest et Strasbourg. Ces artistes ont obtenu une médaille d'argent (1).

Optique.

M. Lerebours s'est fait remarquer dans cette branche d'industrie, et le Jury s'est plu à récompenser ses travaux par une médaille d'or. Cet habile opticien a présenté plusieurs lunettes achromatiques qui ont environ 4 pouces d'ouverture, et des distances focales comprises entre 3 pieds et 5 pieds et demi; trois objectifs de 6 pouces, également achromatiques, de 8 pieds de distance focale; une lunette de 7 pouces et demi d'ouverture, et de 18 pieds de foyer; un instrument nouveau qu'il désigne par le nom de *micro-télescope*; une lentille de crown-glass, de 14 pouces de diamètre; des verres plans, et une grande variété d'instrumens de moindres dimensions.

La plupart des instrumens de M. Lerebours

(1) Ces mêmes artistes ont exécuté le pied en cuivre de la grande sphère de M. Poirson.

ayant été soumis récemment à l'examen de l'Académie, on ne saurait mieux les faire connaître qu'en transcrivant ici quelques passages des rapports auxquels ils ont donné lieu.

« En nous servant des luettes de 14 pouces, » disent les commissaires de l'Académie, nous » avons observé plusieurs fois, assez distinctement, la raie obscure et presque imperceptible » qui prouve que l'anneau de Saturne est double; » et cependant la planète étoit alors peu élevée » sur l'horizon.... Les observations que nous » avons faites sur Jupiter ont prouvé qu'à l'égard » de l'achromatisme, l'artiste a obtenu toute la » perfection qu'on est en droit d'espérer. Parmi » ces objectifs, il s'en est même trouvé qui ont » supporté sur Jupiter, sans la moindre trace d'iris ou de couleurs, un grossissement de quatre » cents fois, ce qui leur assure une supériorité » marquée sur la plupart des lunettes de cette » dimension qui ont été construites jusqu'à présent.... Après les travaux dont nous avons » rendu compte, nous demeurons persuadés » qu'aucun astronome français n'éprouvera ni » le besoin, ni le désir de recourir à des artistes » étrangers. Une bonne lunette, si elle étoit » unique, ne prouverait peut-être que l'excellence de la matière, ou le bonheur de l'artiste » qui aurait, par hasard, réussi à la bien employer; mais quand on voit ce nombre d'objectifs, tous façonnés de la même main, il est » impossible de ne pas convenir que c'est à ses » soins, à son adresse, à ses procédés et à son » expérience, que l'artiste a pu devoir des succès aussi éclatans et aussi soutenus.... Quant » aux verres destinés aux miroirs de sextans, et

» à la construction des horizons artificiels, il est  
 » indispensable que les deux surfaces soient bien  
 » planes et exactement parallèles. En soumettant  
 » ces miroirs aux épreuves les plus décisives,  
 » nous avons eu la satisfaction de voir que l'ar-  
 » tiste avait rempli les deux conditions dont nous  
 » venons de parler, avec une précision vraiment  
 » remarquable.... Une circonstance que nous  
 » ne devons pas omettre, parce qu'elle ajoutait  
 » beaucoup à la difficulté du travail, c'est que  
 » tous ces verres sont très-minces, et n'avaient  
 » que 4 millimètres environ dans leur plus  
 » grande épaisseur (1). »

MM. Cauchoix et Soleil, opticiens, de Paris, ont obtenu chacun une médaille d'argent.

Le premier de ces artistes a présenté à l'exposition de bonnes lunettes de spectacle, à grossissement variable; une *camera lucida*, avec les perfectionnemens de M. Amici; des verres périscopiques; de grandes lunettes achromatiques de 42 lignes d'ouverture, et de 4 à 5 pieds de foyer, construites avec du *flint-glass* de M. d'Artigues; un sphéromètre; un micromètre pour la mesure des corps mous; une lunette méridienne et une lunette murale; des cadrans imprimés, etc., etc. (2).

Le second a exposé des chambres noires fort

(1) Dans le rapport fait en 1819 sur la lunette de 2 décimètres (7 pouces 4 lignes) d'ouverture réelle, les commissaires annoncent que les images ont de la netteté, ne présentent pas d'iris, même sur les bords de l'objectif, et que la grande quantité de lumière permet d'apercevoir sur la surface des planètes beaucoup de détails que l'on peut à peine soupçonner avec d'autres instrumens.

(2) Ses grandes lunettes achromatiques, soumises en 1811

bien exécutées, plusieurs bons microscopes, des lunettes prismatiques dans lesquelles on remarque plusieurs améliorations, et divers autres instrumens. M. Soleil a acquis une grande habileté dans l'art de refouler le verre pour les usages de l'optique.

Le jury a mentionné honorablement MM. Jecker frères, et Haring, de Paris. Ce dernier a exposé une fort bonne lunette achromatique.

Des globes célestes et terrestres ont été présentés par MM. Poirson, Delamarche et Dien, Langlois, de Paris. Le jury a décerné à M. Poirson une médaille de bronze, les globes exposés par cet artiste ayant paru des modèles en ce genre (1).

Globes célestes et terrestres.

MM. Breguet, père et fils, ont exposé un nouveau thermomètre métallique. Physique.

Le temps que le calorique emploie, dans les thermomètres connus, à traverser l'enveloppe vitreuse et à pénétrer la masse du fluide qu'elle renferme, empêche qu'ils ne marquent avec précision les changemens de température de peu de durée. Le nouveau thermomètre de M. Breguet les accuse avec une promptitude extrême. Des expériences faites avec soin prouvent que ce thermomètre a marqué une variation de température de 23 degrés centigrades, pendant que le thermomètre à mercure n'indiquait, dans les mêmes circonstances, qu'une variation de 2 degrés centigrades. Cette propriété rend ce nouvel instrument très-précieux pour certaines expériences de physique.

à des épreuves délicates et nombreuses par des commissions de l'Institut et du Bureau des Longitudes, ont paru fort bonnes.

(1) Les autres artistes ont été mentionnés honorablement.

Tout le monde connaît ces thermomètres, fort répandus dans les cabinets de physique, dont les réservoirs sont ployés en spirale. Dans les thermomètres que M. Collot a présentés, l'échelle a cette même forme. Il résulte de cette nouvelle disposition, que l'instrument occupe peu d'espace, est très-portatif, et peut être utilement employé quand il s'agit de prendre la température d'une couche liquide peu profonde. M. Collot a été mentionné honorablement.

Le jury a également mentionné MM. Richer fils aîné, Allizeau, Regnier (1), Chemin et Champion. Ce dernier a présenté des mesures linéaires, sur ruban, qui sont recouvertes d'un vernis souple, bien cuit et très-peu hygrométrique.

#### *Appareils d'économie domestique.*

*Éclairage.* M. Bardier-Marcet, de Paris, avait déjà paru à l'exposition de 1806. Alors il présenta des réverbères d'une forme nouvelle pour l'éclairage des villes : depuis cette époque, il s'est constamment occupé de l'amélioration des appareils d'éclairage. Les fanaux qu'il a exposés cette année sont construits avec intelligence : le Jury lui a décerné une médaille d'argent.

*Chauffage* M. Harel, de Paris, a reçu de la part du Jury

(1) Cet ingénieur-mécanicien a présenté un dynamomètre qui avait déjà figuré à l'exposition précédente; depuis, il a reçu plusieurs utiles applications. L'auteur l'a adapté récemment à un anémomètre fort ingénieux, qui est destiné à faire connaître avec quelle force le vent a soufflé en l'absence de l'observateur. Un instrument de ce genre a été commandé par le Bureau des Longitudes, pour l'Observatoire royal.

le même témoignage de satisfaction pour avoir exposé différens appareils économiques, et entre autres ceux qui sont désignés sous les noms de *fourneau potager* et de *coquille à rôtir*. Tous les appareils de M. Harel sont très-bien construits et d'une combinaison heureuse : ils procurent une économie considérable de combustibles.

M. Charles de Rosne a présenté un appareil *Distillation.* distillatoire en grand, que M. Cellier-Blumenthal a inventé, et que M. de Rosne a beaucoup perfectionné. Cet appareil a l'avantage de pouvoir servir également à la distillation continue des liquides et des matières pâteuses liquides, en supprimant entièrement l'emploi de l'eau comme moyen de condensation et de refroidissement.

M. Charles de Rosne a été présenté, en exécution de l'ordonnance du Roi du 9 avril 1819, comme l'un des artistes qui ont contribué aux progrès de l'industrie nationale, et il a obtenu une médaille d'argent. Les perfectionnemens qu'il a apportés à l'appareil de M. Cellier-Blumenthal sont au nombre des titres qui lui ont valu cette distinction.

#### *Typographie.*

Les éditions présentées par MM. Didot frères aux premières expositions étaient si parfaitement belles, que les jurys ne balancèrent pas à les déclarer les plus belles productions typographiques de tous les pays et de tous les âges. A l'exposition de 1806, MM. Didot eurent pour concurrent le célèbre Bodoni. Le voisinage re-

doutable des œuvres de cet habile imprimeur ne fit qu'accroître l'estime que les connaisseurs portaient aux productions des deux typographes parisiens. Les éditions qu'ils ont publiées depuis l'exposition de 1806, et dont ils ont présenté des exemplaires à l'exposition de 1819, prouvent qu'ils ont su faire faire des progrès à un art que l'on croyait arrivé à son plus haut point de perfection.

L'art typographique a aussi reçu des perfectionnemens dans la partie qui a pour objet la gravure et la fonte des caractères (1).

### *Calcographie.*

L'art de la gravure en taille-douce était un peu déchu, mais il s'est relevé. Le grand nombre d'importans ouvrages de calcographie, tels que la Galerie de Florence, et ceux qui ont été publiés depuis une vingtaine d'années pour reproduire les tableaux du Musée, la Description de

(1) M. Didot (Firmin) a donné une nouvelle preuve de son talent par les caractères imitant les écritures à la main. M. Didot (Pierre) a exposé des caractères fondus à l'aide d'un nouveau moule qui contient dix-neuf lettres différentes, et avec lequel un seul ouvrier peut produire, dans un jour, autant de lettres que cinq, et les faire beaucoup mieux. M. Herhan a créé et exécuté en grand les procédés du stéréotypage au moyen des caractères mobiles frappés en creux. MM. Didot (Henri) et compagnie ont formé, sous le nom de *fonderie polyamatype*, un établissement destiné à la fonte des caractères, et dans lequel, au moyen d'une machine appelée *moule à refouloir*, ils fondent simultanément, et d'un seul jet, cent à cent quarante caractères qui ont le mérite d'être très-corrects sur toutes les faces et sur tous les angles, et d'être exactement calibrés dans toutes les dimensions. Le Jury s'est empressé de décerner à chacun de ces artistes une médaille d'or.

l'Égypte, etc.; en multipliant les graveurs, ont donné à beaucoup de talens l'occasion de se développer.

M. Gonord a fait une découverte dont l'annonce a excité la surprise du public. Si on lui donne une planche gravée en cuivre, il peut s'en servir pour tirer des épreuves à telle échelle qu'on voudra (1). Il fait à volonté plus grand ou plus petit que le modèle. Il ne demande que quelques heures, et n'a pas besoin d'un autre cuivre. Ainsi si l'on mettait à sa disposition les cuivres d'un ouvrage grand atlas, comme est la Description de l'Égypte, par exemple, il pourrait en faire une édition in-8°, et cela sans changer les cuivres.

La certitude du procédé a été constatée par des membres du Jury, que M. Gonord a admis dans ses ateliers. Sur leur rapport, le Jury a décerné à M. Gonord une médaille d'or.

### *Lithographie.*

L'art lithographique a été découvert en Bavière : M. de Lasteyrie l'a importé en France. On avait d'abord cru que nous ne possédions point l'espèce de pierre qui jouit de la propriété lithographique; la Société d'Encouragement proposa un prix pour la faire rechercher en France; le résultat de ce concours a prouvé qu'elle existe sur plusieurs points de notre territoire (2).

(1) A l'article *porcelaines* (page 445 de ce volume), nous avons déjà eu occasion de placer quelques détails sur cette importante découverte.

(2) Voyez, page 84 de ce volume, le rapport de M. Héron de Villefosse.

L'art lithographique s'est établi en France et s'est développé au point où nous le voyons aujourd'hui, depuis la dernière exposition. En multipliant avec une grande rapidité et à bas prix les copies du dessin, il peut être très-utile pour faciliter les descriptions des procédés des arts à l'intelligence desquels le dessin est nécessaire, toutes les fois que ce dessin ne demandera pas une grande précision.

Le Jury a mentionné honorablement M. de Lesteyrie pour le service qu'il a rendu en introduisant en France l'art lithographique, et pour la belle exécution des estampes lithographiques qu'il a exposées; et M. Engelmann pour la belle exécution de ses estampes lithographiques, et pour avoir trouvé le moyen d'imiter, par la lithographie, les effets de l'*acqua tinta* ou lavis.

*Marbres, granits et porphyres de France.*

M. Héron de Villefosse a donné, dans le rapport que nous avons eu occasion de citer (1), des détails d'une grande importance sur les substances minérales que renferme le sol français. En parlant des marbres, il a fait connaître que différens départemens avaient envoyé, en ce genre, de très-beaux échantillons. Parmi les marbres indigènes qui ont été exposés, il en est qui sont recherchés dans le commerce; plusieurs ont été jugés dignes d'être employés par les statuaires.

Nous ne pouvons, en terminant cet extrait, nous dispenser d'ajouter ici que, d'après les

(1) Voyez *Annales des Mines*, p. 21 et suiv. et 84 de ce volume.

nombreuses recherches de M. Héricart de Thury, ingénieur en chef des mines, il est prouvé que la France possède tous les marbres que nous pouvons désirer (1). Cependant telle est notre position, dit cet ingénieur, que dans ce même pays où les Empereurs Romains, où Charlemagne, François 1<sup>er</sup>. et Louis XIV trouvaient les marbres de leurs superbes palais, aujourd'hui les temples, les monumens, les édifices publics, ne sont plus décorés que de marbres apportés à grands frais de l'Étranger, au détriment des marbreries françaises (2). Les Romains, ajoute M. Héricart de Thury, connaissaient les marbres de la Gaule mieux que nous ne les connaissons maintenant; par-tout ils en ont exploité: nous sommes en admiration devant les précieux restes des monumens qu'ils avaient élevés à Lyon, à Vienne, à Valence, à Avignon, à Nîmes, à Arles, à Aix, à Marseille, à Toulouse, à Bordeaux, etc.; nous apprécions la beauté des marbres et des granits qu'ils ont employés; nous regrettons de ne pas connaître les carrières d'où ils les ont tirés, et ce-

(1) M. Héricart de Thury a placé à la suite de son rapport sur les produits du département de la Seine, divers mémoires très-intéressans sur les marbres, granits et porphyres de France. Nous nous serions déjà empressés d'insérer dans ce recueil les mémoires dont il s'agit, si l'auteur ne nous avait témoigné le désir d'y faire quelques additions.

(2) M. Héricart de Thury nous a fait voir différens marbres des environs de Paris, et entre autres un beau marbre coquiller (lumachelle) découvert près de Beauvais, que nos marbriers ont jugé digne de soutenir la comparaison avec les plus beaux marbres en ce genre, et qu'on pourra employer, d'une manière avantageuse, pour cheminées, tables, consoles, vases, etc.

pendant ces carrières sont aux portes de ces villes, ou à peu de distance (1).

Mais tout nous donne lieu d'espérer qu'un tel état de choses ne subsistera pas long-temps encore; que nos montagnes seront bientôt explorées convenablement, et que le plus grand essor possible sera donné à l'exploitation des marbres, granits et porphyres de France.

(1) Les deux belles colonnes de granit de l'autel que les soixante nations des Gaules élevèrent à Auguste, et dont postérieurement nos pères ont fait, sur le même emplacement, les quatre colonnes du chœur de l'église d'Ainay, ont été extraites des environs de Lyon, dans les granits de Chessy à l'Arbrèles, près des mines de cuivre. A Vienne et à Valence on retrouve des monumens des marbres provenant des montagnes du Haut-Dauphiné. A Avignon, Nîmes, Arles, Aix et Marseille, les ruines présentent aux minéralogistes de beaux échantillons des roches des Hautes et Basses-Alpes. A Toulouse, on trouve des statues et des monumens de marbre dont les carrières ont été reconnues dans les Pyrénées, etc.

## NOTICE NÉCROLOGIQUE.

GODEFROY-ALEXANDRE MICHÉ, ingénieur en chef au Corps royal des Mines, membre de plusieurs sociétés savantes, était né à Paris, le 5 avril 1755. Il se livra spécialement dans sa jeunesse à l'étude de l'architecture, exerça pendant plusieurs années la profession d'architecte, fut nommé inspecteur des bâtimens, et contribua à diriger la construction des barrières de Paris. L'École royale des Mines ayant été organisée en 1783, M. Miché y entra comme élève en 1784 et devint ingénieur au bout de six mois. Doué d'un talent remarquable pour toutes les parties de l'art du dessin qui sont utiles à l'ingénieur, il fut chargé, immédiatement après son admission à l'École des Mines, de l'enseignement de cet art. Deux ans après, il fut appelé à y professer aussi l'architecture pratique. En 1794, on le nomma professeur adjoint pour la métallurgie, et il fit en cette qualité plusieurs cours dans les années suivantes.

A la même époque et depuis, de nombreuses missions furent confiées à M. Miché, missions qui, pendant les années de tourmente révolutionnaire, étaient toujours pénibles et souvent périlleuses. Il convient de remarquer, parmi divers résultats intéressans de la tournée que M. Miché fut chargé de faire en 1795 dans plusieurs départemens du centre et de l'ouest de la France, qu'il a fait exécuter à cette époque, aux frais du Gouvernement, des travaux de recherches sur le gîte de wolfram de Puy-lès-Vignes, département de la Haute-Vienne, recherches qui, reprises plusieurs années après, ont enfin conduit à la découverte de l'étain sur le sol français.

Indépendamment de ces diverses missions et des fonctions de professeur que M. Miché continuait à remplir, son zèle l'a porté à faire, à ses frais, plusieurs voyages dans l'intérieur de la France, pour accroître ses connaissances dans toutes les parties de l'art des mines. Ses services furent récompensés en 1802, par le grade d'ingénieur en chef, et on lui confia aussitôt l'inspection d'un arrondissement très-étendu dans le nord de la France. Lors de la nouvelle répartition des ingénieurs des mines sur le territoire français en 1814, l'arrondissement



de M. Miché fut formé des trois départemens de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne, et sa résidence fut fixée à Amiens. Là il se livra principalement à la recherche et à l'exécution des améliorations importantes que réclame l'exploitation des nombreuses tourbières du département de la Somme. L'âge ne diminuait point son zèle ; mais ses fatigues altérèrent de plus en plus sa santé, et une hydropisie de poitrine l'enleva à sa famille et à ses camarades le 19 mars 1820.

On trouve dans le *Journal des Mines* plusieurs mémoires intéressans de M. Miché, parmi lesquels on remarque un *Manuel du Voyageur métallurgiste*, un rapport sur différens fourneaux propres à cuire la chaux et le plâtre, un autre rapport sur le pyromètre de Wedgwood ; il a coopéré avec MM. Duhamel et Mathieu, à la rédaction du travail classique sur le boisage des mines, que le même recueil renferme.

M. Miché a publié en outre en 1812 une *Nouvelle architecture pratique* en un vol. in-8°. , avec vingt-trois planches, ouvrage dans lequel il a fait de nombreuses additions et modifications au *Traité d'Architecture pratique* de Bullet. Beaucoup de dessins de M. Miché servent encore à l'ornement des salles de la collection minéralogique de l'ancienne École des Mines, à l'Hôtel royal des Monnaies.

---

## ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE TROISIÈME TRIMESTRE DE 1820.

---

*ORDONNANCE du 1<sup>er</sup> juillet 1820, portant autorisation d'établir un feu de forge à la catalane en la commune de Masas, département des Pyrénées-Orientales.*

Forge de  
la commune  
de Masas.

**L**ouis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur ;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

**ART. 1<sup>er</sup>.** Le sieur Jean Pons est autorisé à établir, conformément aux plans ci-joints, un feu de forge à la catalane au lieu dit *Mit Ja-Ribera*, sur le confluent des torrens de Llech et de Pratz-Cabrèra, commune de Masas, arrondissement de Prades, département des Pyrénées-Orientales.

**ART. II.** Il fera usage de la présente autorisation dans le délai d'un an à dater du jour de sa signification.

**ART. III.** Les constructions hydrauliques seront exécutées sous la surveillance des ingénieurs des Ponts-et-Chaussées du département. Un procès-verbal de ces ingénieurs constatera la hauteur des eaux telle qu'elle est déterminée par l'ordonnance, hauteur qui sera réperée d'une manière fixe et invariable, autant que les localités le permettront ; expéditions de ces procès-verbaux seront déposées aux Archives de la commune de Masas et à celles du département des Pyrénées-Orientales, et il en sera donné avis à notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

ART. IV. Les constructions de la forge seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des mines du département, qui en dressera procès-verbal après leur achèvement; expédition de ce procès-verbal sera déposée aux Archives de la préfecture.

ART. V. L'impétrant ne pourra s'approvisionner de minerais de fer que dans des exploitations légalement autorisées.

ART. VI. Il aménagera les bois de la montagne de Llech et de Pratz-Cabrera de manière à ne point compromettre l'activité de l'usine et les ressources des communes environnantes; il n'introduira aucune chèvre dans ses bois et il révoquera à cet égard toute permission ou consentement qu'il aurait pu donner; il remettra en nature de bois et dans les essences reconnues convenables au sol, les terrains qu'il aura défrichés, et ce, sous la surveillance des agens forestiers locaux; enfin, il se conformera exactement aux engagements qu'il a souscrits à ce sujet dans la soumission du 21 août 1819.

ART. VII. L'impétrant tiendra son usine en activité constante, et il ne la laissera pas chômer sans cause légitime reconnue par l'Administration.

ART. VIII. Il ne pourra l'augmenter, la transformer, ni la transférer ailleurs sans en avoir obtenu l'autorisation spéciale du Gouvernement dans les formes déterminées par les lois et réglemens.

ART. IX. Conformément à l'art. 36 du décret du 18 novembre 1810, l'impétrant adressera à la préfecture, chaque année, et à notre directeur général des Mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux consommés, des produits fabriqués, et des ouvriers employés dans l'usine.

ART. X. L'impétrant paiera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, en vertu de l'art. 75 de la loi du 21 avril 1810, une somme de 150 francs, qui sera versée dans la caisse du receveur de l'arrondissement dans le mois qui suivra la notification de la présente ordonnance.

ART. XI. Il se conformera aux lois, ordonnances et réglemens existans ou à intervenir sur le fait des mines et usines, l'exploitation des bois, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'Administration des Mines, concernant la police des usines et la sûreté des ouvriers.

ART. XII. En cas de contraventions ou d'inexécution des charges et conditions précédentes, la révocation de la présente permission pourra être poursuivie, conformément à l'art. 77 de la loi sur les mines du 21 avril 1810.

ART. XIII. Nos Ministres secrétaires d'État de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des Lois.

ORDONNANCE du 1<sup>er</sup> juillet 1820, portant autorisation de changer en une affinerie établie dans les usines de Siam, département du Jura.

Affinerie  
de Siam.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. I<sup>er</sup>. Les sieurs Jobez et Mounier, propriétaires des usines de Siam, département du Jura, sont autorisés à changer une platinerie établie dans ces usines en une affinerie, dans l'emplacement de la fournaise supprimée avec son ordon, à la place de l'emplacement de la platinerie.

ART. II. Les usines de Siam sont définitivement composées ainsi qu'il suit, savoir: trois feux d'affinerie avec deux ordons à drôme, un feu de martinet avec un emplantement à trois chambres, une fonderie, et un laminoir avec deux fours à réverbère.

ART. III. Les impétrans conservent la faculté qui leur a été accordée par le décret du 6 septembre 1813, d'établir une fabrique de fer-blanc.

ART. IV. Ils ne pourront faire aucune innovation dans leurs usines qu'en vertu d'une nouvelle permission.

ART. V. Le présent feu d'affinerie autorisé sera semblable aux deux feux déjà existans, et sera représenté sur le plan de l'usine qui est joint à la minute du décret de 6 septembre 1813.

ART. VI. Une expédition de la présente ordonnance sera annexée à l'ancien plan.

ART. VII. Notre Ministre secrétaire d'État de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des Lois.

Usine de Montfrenoy. *ORDONNANCE du 17 juillet 1820, qui autorise le sieur André à établir au lieu dit Montfrenoy, commune de Charme, département de l'Aisne, une usine pour y traiter les sulfates d'alun et de fer, en imposant à l'impétrant l'obligation de se conformer tant aux plans qu'il a fournis qu'aux conditions du cahier des charges qu'il a consenties.*

Terres noires de la commune d'Arcy. *ORDONNANCE du 10 août 1820, relative à la renonciation de la concession des terres noires vitrioliques existantes en la commune d'Arcy, département de l'Oise.*

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu la pétition des sieurs Desormes et Clément du 24 décembre 1818, tendante à ce que celle du 21 juillet 1817, adressée au préfet de l'Oise, sur la renonciation au décret de concession des terres pyriteuses et vitrioliques de la commune d'Arcy, soit acceptée;

L'avis du Conseil général du 26 décembre 1817, adopté par notre conseiller d'État, directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, portant que cette renonciation doit être affichée pendant quatre mois, pour raison du droit des tiers, s'il en existe;

La réclamation du sieur Clément, qui persiste à demander que sa renonciation soit acceptée;

La nouvelle délibération du Conseil général du 12 mai 1819, par laquelle il persiste dans son précédent avis;

Les affiches ordonnées par le préfet dans les communes de

Beauvais, Compiègne, Verberie et Arcy, desquelles il résulte que cette renonciation n'a donné lieu à aucune réclamation, opposition, ni demande;

Le certificat du conservateur des hypothèques de Compiègne, portant qu'il n'y a aucune inscription sur le titre de concession;

Le rapport de l'ingénieur des mines, du 3 février dernier;

L'avis du préfet de l'Oise, du 16 mars 1820, portant que la renonciation doit être acceptée, et remise faite de la redevance fixe pour les années 1818 et 1819;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. La renonciation à la concession des terres noires vitrioliques existantes sur le territoire des Essertis et de la Bacote, commune d'Arcy, département de l'Oise, accordée aux sieurs Desormes et Clément, par décret du 20 novembre 1806, pour traiter ces substances et les convertir en sulfate de fer et d'alumine dans l'usine qu'ils avaient construite à Verberie, est acceptée.

ART. II. Relativement à la demande en décharge de la redevance fixe, pour les années 1818 et 1819, les réclamans sont tenus de se retirer devant notre Ministre des finances pour être statué ce qu'il appartiendra.

ART. III. Nos Ministres secrétaires d'État de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

*ORDONNANCE du 23 août 1820, concernant les houillères de la commune de Gardanne, département des Bouches-du-Rhône.* Houillères de la commune de Gardanne.

LOUIS, etc., etc., etc.

Vu la requête à nous présentée au nom de la dame Lillie-Hippolyte-Gertrude Vitalis, épouse du sieur Claude Lurat, demeurant à Aix, département des Bouches-du-Rhône, assistée et autorisée de son mari, héritière de feu sieur Joseph Vitalis, son oncle, et, à ce titre, se disant ancienne concessionnaire et exploitante des mines de houille situées tant au terri-

toire de Fuveau, quartier des plaines, qu'au territoire de Gardanne, quartier de Campjusion, département des Bouches-du-Rhône; ladite requête introduite dans les formes prescrites par l'art. 40 du règlement de notre Conseil d'État, du 22 juillet 1806, et tendant à ce qu'il nous plaise ordonner que la dame Lurat Vitalis sera comprise, pour un tiers d'intérêt, dans la concession faite à perpétuité aux sieurs Coste et de Castellane, des mines de houille situées sur le territoire de la commune de Gardanne, par notre ordonnance du 17 septembre 1817; subsidiairement, que les sieurs Coste et de Castellane, concessionnaires par ladite ordonnance, seront tenus de payer à la dame Lurat Vitalis, à titre d'indemnité, une somme principale de 20,000 francs ou une pension viagère de 5,000 francs, à dater du 17 septembre 1817, époque où la réclamante a cessé de jouir de ses mines par l'effet de l'ordonnance de concession;

Vu l'ordonnance précitée du 17 septembre 1817;

Vu la requête à nous présentée par ladite dame Lurat Vitalis, enregistrée au secrétariat général de notre Conseil d'État, le 30 décembre 1817, et tendant à ce que, par la voie contentieuse, il lui soit adjugé les conclusions prises en ladite requête;

Vu notre ordonnance du 26 août 1818, par laquelle la requête de la dame Vitalis Lurat est rejetée sauf à elle à se pourvoir devant nous dans les formes prescrites par l'art. 40 du règlement du 22 juillet 1806;

Vu le rapport de notre Garde des Sceaux, Ministre secrétaire d'État au département de la justice, à l'effet de nous proposer la nomination des membres de la commission à instituer, en vertu dudit art. 40, et leur conférer la connaissance de la présente réclamation, ledit rapport approuvé par nous le 15 octobre 1819,

Vu les autres pièces jointes au dossier;

Considérant que notre ordonnance de concession du 17 septembre 1817 a été rendue contradictoirement avec la dame Vitalis Lurat, et nonobstant ses oppositions;

Qu'ainsi, toutes questions de droit ont été jugées par notre dite ordonnance, et que la dame Vitalis Lurat ne peut être fondée qu'à réclamer, au lieu de l'indemnité fixée par l'art. 8, l'application des règles communes aux anciens exploitans, telles qu'elles sont déterminées par les art. 6 et 7;

Interprétant et réformant notre ordonnance du 17 septembre 1817;

Où la commission instituée par nous, conformément au susdit art. 40, règlement du 22 juillet 1806;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. L'art. 8 de l'ordonnance du 17 septembre 1817 est rapporté;

ART. II. Les art. 6 et 7 de ladite ordonnance sont déclarés applicables aux héritiers du sieur Joseph Vitalis.

ART. III. Notre Garde des Sceaux, Ministre secrétaire d'État de la justice, et notre Ministre secrétaire d'État de l'intérieur sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

*ORDONNANCE du 30 août 1820, qui détermine le mode suivant lequel le concessionnaire des mines de la Roche-Molière et de Firminy, département de la Loire, paiera la redevance en nature.*

Houillères  
de la Roche-  
Molière et  
de Firminy.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu notre ordonnance du 19 octobre 1814 portant, art. 2, que le sieur marquis d'Osmond est déclaré propriétaire incommutable des mines de houille de la Roche-Molière et Firminy, département de la Loire;

L'art. 3, ensemble les art. 11 et 12 de cette ordonnance;

Le rapport et le règlement présentés les 24 décembre 1816 et 12 janvier 1817 par les ingénieurs des mines départis;

Les observations du sieur marquis d'Osmond, du 22 novembre 1816, relatives au mode d'exécution du second considérant et de l'art. 3 de ladite ordonnance;

Les nouvelles observations, sous la date du 14 avril 1817, présentées par les associés du titulaire et en son nom, sur le travail des ingénieurs des mines, et portant référé aux premières observations;

Celles des propriétaires de la surface, du 4 avril 1817, par lesquelles ils réclament contre la quotité des redevances proposées par les ingénieurs, invoquent les usages locaux, et demandent une redevance supérieure à celle proposée;

La lettre du préfet du département de la Loire, du 14 mars 1817, sur le travail des ingénieurs, pour l'exécution de l'art. 3;

Le rapport de l'inspecteur général des mines sur toutes les pièces de l'affaire, sous la date du 25 octobre 1817;

L'avis du 11 décembre 1817, délibéré en Conseil général; les tableaux sous les nos. 1, 2 et 3, ensemble les projets de règlement et tarif y annexés, et l'avis de notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines;

Les dernières observations présentées à notre Conseil d'État par le marquis d'Osmond le 4 mai 1818;

Le marché passé entre les administrateurs des hospices de Saint-Etienne et le sieur Barthélemy des Joyaux, le 23 août 1816, pour l'exploitation d'une houillère appartenant auxdits hospices;

La lettre du sieur Crozier, associé du marquis d'Osmond, en date du 25 juillet 1818;

Un mémoire du sieur Crozier, du 19 février 1819, et un nouveau rapport du directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines du 14 mai 1819;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1<sup>er</sup>. La redevance en nature que le concessionnaire des mines de la Roche-Molière et de Firminy paiera, en exécution de l'ordonnance du 19 octobre 1814, aux propriétaires de terrains où il exploitera des mines, est et demeure déterminée ainsi qu'il suit :

Pour des couches de 2 mètres de puissance et au-dessus, à ciel ouvert, la redevance sera le quart du produit brut; par puits, jusqu'à 50 mètres inclusivement, le sixième; de 50 à 100 mètres, le huitième; de 100 à 150 mètres, le dixième; de 150 à 200 mètres, le douzième; de 200 à 250 mètres, le quatorzième; de 250 à 300 mètres, le seizième; et au-dessus de 300 mètres, le vingtième.

Ces fractions diminueront d'un tiers pour les épaisseurs de couches de 2 à 1 mètre, de moitié pour les couches de 1 mètre

à un demi-mètre, et des trois quarts pour les couches au-dessous d'un demi-mètre : le tout ainsi qu'il est expliqué au tableau ci-après.

Enfin, toutes ces fractions seront réduites d'un tiers dans le cas où le concessionnaire emploierait la méthode d'exploitation dite par remblais.

Néanmoins, cette réduction n'aura lieu que dans le cas où il sera reconnu que l'application de cette méthode procure au moins l'enlèvement des cinq sixièmes de la houille contenue dans chaque tranche de couche en extraction.

TABLEAU des Redevances.

PROFONDEURS.	PUISSANCE DES COUCHES.			
	2 mètres et au-dessus.	2 à 1 mètre.	1 à $\frac{1}{2}$ mètre.	au-dessous de $\frac{1}{2}$ mètre.
A ciel ouvert.....	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
Par puits jusqu'à 50 mètres inclusivement.....	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{24}$
Par puits de 50 à 100 mèr.	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$
<i>id.</i> de 100 à 150 <i>id.</i>	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{40}$
<i>id.</i> de 150 à 200 <i>id.</i>	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{48}$
<i>id.</i> de 200 à 250 <i>id.</i>	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{56}$
<i>id.</i> de 250 à 300 <i>id.</i>	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$
<i>id.</i> au-dessus de 300 <i>id.</i>	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{80}$

ART. II. Les nombres portés au tarif ci-dessus, à la colonne intitulée : *profondeur des puits*, expriment les distances verticales qui existent entre le sol de chaque *place d'accrochage* (ou *recette* de la houille à l'intérieur de la mine) et le seuil bordant à l'extérieur l'orifice du puits, soit que l'extraction s'opère par des puits verticaux, soit qu'elle ait lieu par les puits inclinés, connus dans le département de la Loire sous le nom de *sendues*.

ART. III. Les puissances des couches de houille, portées au tarif, expriment les épaisseurs réunies des différens lits (ou *mises*) de houille dont se compose une même couche, distraction faite des bancs de rocher interposés entre ces lits.

ART. IV. La redevance sera délivrée jour par jour en nature, à moins que les propriétaires n'aient mieux la recevoir en argent; dans ce cas, elle sera payée chaque semaine par le concessionnaire, suivant les prix courans de la houille dans les marchés voisins.

ART. V. Si le concessionnaire se propose de changer, en quoi que ce soit, la marche des travaux d'exploitation qui lui auront été prescrits par l'Administration, en exécution de l'art. 12 de l'ordonnance du 19 octobre 1814, soit en transportant l'extraction de la houille sous des propriétés au-dessous desquelles elle ne devrait s'étendre qu'à une certaine époque d'après le plan d'exploitation qui aurait été arrêté, soit en faisant cesser l'extraction de la houille sous des propriétés au-dessous desquelles ledit plan l'aurait établie, soit enfin de toute autre manière, le concessionnaire ne pourra exécuter ces changemens et modifications qu'en se conformant aux instructions qui lui seront données par l'Administration, aux termes de ladite ordonnance.

ART. VI. Lorsqu'il aura été reconnu nécessaire d'ouvrir un nouveau champ général d'exploitation, l'ouverture en sera autorisée et l'emplacement déterminé par notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur, sur le rapport de notre directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, et sur le vu du tracé général des puits et autres ouvrages nécessaires pour aménager la nouvelle exploitation.

ART. VII. Toutefois, une nouvelle ouverture de puits, ou de galerie débouchant au jour, pourra avoir lieu avec la permission du préfet et sur le rapport des ingénieurs des mines, lorsque ce travail aura pour objet d'établir de simples commu-

nications d'airage, ou de passage des ouvriers dans l'étendue d'un champ général d'exploitation, précédemment autorisé par notre Ministre secrétaire d'État de l'intérieur.

ART. VIII. Aussitôt que le concessionnaire portera les travaux d'extraction sous une nouvelle propriété superficielle, il en prévendra immédiatement le propriétaire, afin que celui-ci puisse, s'il ne juge pas convenable de s'en rapporter, soit aux registres, soit à la déclaration du concessionnaire, préposer un ouvrier ou un commis, à ses frais, pour vérifier le nombre des tonnes ou benues de houille sorties de la mine, et s'assurer que sa redevance est acquittée avec exactitude.

ART. IX. Si un propriétaire voisin d'une mine en exploitation présume que le concessionnaire travaille sous sa propriété sans l'en avoir informé, il pourra s'adresser aux tribunaux, conformément aux art. 9. et 10 de la loi du 21 avril 1810.

ART. X. En cas de contestation sur la quotité de l'extraction, le propriétaire pourra se pourvoir devant les tribunaux à l'effet de faire ordonner une expertise.

ART. XI. Le concessionnaire ne pourra abandonner tout ou partie des ouvrages souterrains pratiqués dans l'étendue d'un champ général d'exploitation, qu'il n'ait préalablement rempli les formalités prescrites par les articles 8 et 9 du règlement du 5 janvier 1815, concernant la police souterraine, et qu'il n'ait été autorisé par le préfet, sur l'avis de l'ingénieur des mines, et après que les propriétaires de surfaces correspondantes intéressés auront été entendus.

Le concessionnaire sera tenu de notifier aux propriétaires intéressés l'autorisation du préfet dans les huit jours qui suivront sa déchéance.

ART. XII. Dans le cas où l'abandon aurait lieu avant la notification de l'autorisation mentionnée en l'article précédent, les propriétaires pourront se pourvoir devant les tribunaux à l'effet d'obtenir, aux frais du concessionnaire, l'ouverture des travaux abandonnés, jusqu'au *vif-tir* ou front de tailles, et en outre tels dommages et intérêts qu'il appartiendra.

Les propriétaires pourront aussi réclamer que l'exploitation des mines ainsi ouvertes soit, s'il y a lieu, continuée d'office aux frais du concessionnaire d'après le mode prescrit par notre Ministre secrétaire d'État de l'intérieur, conformément aux articles 49. et 50 de la loi du 21 avril 1810.

ART. XIII. En cas de travaux d'exploitation ainsi exécutés d'office, les produits de l'extraction appartiendront au concessionnaire, déduction faite des frais et dépenses et de la redevance en nature acquittée aux propriétaires de la surface.

ART. XIV. Indépendamment des plans généraux nécessaires au tracé des travaux prescrits par les art. 11 et 12 de l'ordonnance du 19 octobre 1814, le concessionnaire fera lever, sur l'échelle déterminée par les réglemens, les plans de détails nécessaires à la description complète des travaux souterrains et de leurs rapports avec les diverses propriétés de la surface.

Ces plans de détails seront dressés en double expédition, dont une restera aux mains du concessionnaire, et l'autre sera déposée aux époques prescrites dans le bureau de l'ingénieur en chef.

Les propriétaires de surface pourront, en tous temps, prendre communication de ces plans au bureau de l'ingénieur en chef des mines, et, sur leur demande, il leur en sera délivré des expéditions certifiées, qu'ils paieront d'après le tarif qui sera déterminé par le préfet.

ART. XV. L'avancement des travaux des mines sera rapporté dans les trois mois sur les plans généraux et les plans de détails mentionnés en l'article précédent.

Ces plans seront certifiés par le concessionnaire, vérifiés par l'ingénieur ordinaire, et visés par l'ingénieur en chef. A la fin de chaque année, le concessionnaire fournira un nouveau plan général, sur lequel l'ingénieur en chef tracera les profils des travaux à exécuter pendant l'exercice suivant, en exécution du projet général d'exploitation qui, aux termes de l'art. 11 de l'ordonnance du 19 octobre 1814, sera tracé par l'Administration des Mines, et approuvé par notre Ministre secrétaire d'Etat de l'intérieur, sur le rapport de notre directeur général : ces tracés annuels seront soumis à l'approbation du préfet.

ART. XVI. Les propriétaires des terrains au-dessous desquels les travaux devront être établis, seront tenus de fournir au bureau de l'ingénieur en chef, en simple expédition, et pour une fois seulement, les plans parcellaires de leurs propriétés. Ces plans seront dressés sur l'échelle adoptée par le cadastre, certifiés par un géomètre, vérifiés et visés par les ingénieurs des mines.

Le concessionnaire aura la faculté d'en obtenir des expéditions certifiées qu'il paiera d'après le tarif qui sera déterminé par le préfet.

ART. XVII. Lorsque le concessionnaire n'aura point remis, dans les délais prescrits par l'Administration, les plans et expéditions qu'il est tenu de fournir en vertu des art. 14 et 15 ci-dessus, le préfet autorisera l'ingénieur en chef des mines à faire exécuter ces plans d'office aux frais du concessionnaire, et il en réglera le prix, dont le recouvrement s'effectuera par la voie admise en matière de contributions directes.

ART. XVIII. Le préfet pourra de même autoriser les levées d'offices des plans des surfaces au-dessous desquelles se trouveront les travaux du concessionnaire, lorsque les propriétaires seront dans le cas d'exécuter leur droit à la redevance en nature. Le prix de ces levées, réglé par le préfet, sera acquitté par les propriétaires proportionnellement à la superficie de leurs propriétés, et recouvré, s'il est nécessaire, par les voies admises en matière de contributions directes.

ART. XIX. Conformément à l'article 6 du règlement du 5 janvier 1813, relatif à la police souterraine, le concessionnaire tiendra sur chaque exploitation en activité, un registre, dans lequel seront inscrits, indépendamment de l'avancement journalier des travaux et des circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir, les noms, numéros et dimensions des galeries et tailles d'exploitation, le nombre des ouvriers de différentes classes qui y sont employés, la puissance des couches de houille, le cubage de la houille excavée, et la quotité de l'extraction exprimée en hectolitres, le cubage des parties de la mine remblayées et des remblais descendus du jour; les noms des propriétaires sous les terrains desquels s'opère l'exploitation avec l'indication de la redevance en nature qui leur revient, suivant le tarif ci-annexé; le tout conformément aux modèles et instrumens qui leur seront transmis par la Direction générale des Mines.

ART. XX. Les contestations qui pourraient s'élever entre les propriétaires et le concessionnaire, à raison du paiement de la redevance en nature ou en argent, seront, aux termes des art. 87, 88, 89, 90, 91 et 92, de la loi du 21 avril 1810, portées devant les tribunaux.

En cas de contravention à la présente ordonnance, il sera procédé conformément aux art. 95 et 96 de ladite loi.

ART. XXI. Notre Ministre secrétaire d'État de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Marinet de la commune de Tarascon.

ORDONNANCE du 13 septembre 1820, portant que le sieur Gabriel Romans est autorisé à établir au lieu dit le Fougas-de-Lucantes, commune de Tarascon, département de l'Arriège, sur la rivière de Vic-de-Sos, une usine à parer le fer, composée d'un feu et d'un marteau pesant 100 kilogrammes au plus, conformément aux plans fournis par l'impétrant, lequel sera tenu en outre d'exécuter les conditions du cahier des charges qu'il a consenties.

Usine à fer de la vieille forge d'Anor.

ORDONNANCE du 13 septembre 1820, qui autorise le sieur Jean-Baptiste Bernaille à maintenir en activité l'usine à fer dite la vieille forge d'Anor, commune de ce nom, arrondissement d'Avesnes, département du Nord, laquelle est et demeure composée de deux feux d'affinerie, d'un feu de chaufferie, de deux martinets et d'un bocard à six pilons, en imposant à l'impétrant l'obligation de se conformer aux plans qu'il a fournis et d'exécuter les conditions du cahier des charges qu'il a consenties.

Houillères de Grigues et de la Taupe.

ORDONNANCE du 13 septembre 1820, portant concession des mines de houille de Grigues et de la Taupe situées commune de Vergonghon, département de la Haute-Loire.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Il est fait concession au sieur Dapchier, à son épouse, née Ducroc de Brassac, et à la dame veuve Ducroc de Brassac, née Visaguet, tutrice de demoiselle Clémence Ducroc de Brassac, sa fille, des mines de houille de Grigues et de la Taupe, situées commune de Vergonghon, arrondissement de Brioude, département de la Haute-Loire, sur une étendue superficielle de 5 kilomètres carrés, 4 hectares, limitée suivant le plan joint à la présente ordonnance; savoir: du château de Lubières par une ligne droite passant par Lugeac et terminée à la rivière d'Allier en B; de ce point, en suivant le cours de l'Allier, jusqu'à son confluent avec le Leuge en C; de ce point, en remontant la petite rivière de Leuge jusqu'à sa rencontre avec le chemin de Brioude en G; de là, en suivant le chemin jusqu'au point où il rencontre celui de Vergonghon à Lugeac en D; et enfin de ce point par une ligne droite au château de Lubières, point de départ.

ART. II. Il sera, à la diligence du préfet, et aux frais des concessionnaires, planté des bornes aux points B, C, G, D, précités.

L'ingénieur des mines dressera procès-verbal de cette opération, dont expéditions seront déposées aux Archives de la préfecture et à celles de la commune de Vergonghon, et il en sera donné avis à notre directeur général des Mines.

ART. III. Les impétrans seront tenus d'exécuter les conditions du cahier des charges qu'ils ont revêtu de leur consentement. Il restera annexé à la présente ordonnance comme condition expresse de la concession.

ART. IV. Ils acquitteront annuellement, entre les mains du receveur des contributions de l'arrondissement, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810, et le décret du 6 mai, même année.

ART. V. Conformément aux art. 6 et 42 de la loi précitée, ils paieront aux propriétaires de la surface une rétribution annuelle de un franc par hectare de terrain compris dans l'étendue de la concession.



ART. VI. Ils paieront en outre aux propriétaires de la surface les indemnités voulues par les art. 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux dégâts et non-jouissance de terrains occasionnés par l'exploitation.

ART. VII. Nos Ministres secrétaires d'État aux départemens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

*Cahier des Charges concernant la concession des mines de houille de la Taupe, département de la Haute-Loire.*

ART. Ier. Après avoir rétabli jusqu'au niveau actuel des eaux l'un des anciens puits, on s'en servira pour effectuer l'épuisement de l'intérieur, à l'aide d'une machine à molettes à chevaux; on choisira ensuite parmi les puits connus pour être les plus profonds (sur la grande masse) les deux plus solides pour en faire les puits principaux, ou bien on en creusera de nouveaux de manière qu'il y en ait toujours deux en communication pour assurer la circulation de l'air et la libre entrée et sortie des ouvriers.

Parmi les puits communiquant entre eux, il y en aura toujours un au moins qui sera garni d'échelles verticales continues, entretenues en bon état et destinées à la sortie des ouvriers, en cas d'inondation ou d'incendie intérieur.

ART. II. L'une et l'autre masse seront divisées en massifs indépendans par des galeries rectangulaires, solidement établies par boisages ou muraillement; leur largeur n'excédera pas 12 ou 15 décimètres, et leur hauteur 20 ou 22.

Les unes dites *d'allongement* (au nombre de deux ou trois, suivant la largeur de la masse reconnue), s'étendront dans le sens de celle-ci, en partant des extrémités supérieure et inférieure; il y en aura une au milieu si cela est nécessaire. La distance des galeries mesurée sur l'inclinaison sera, dans le premier cas, de toute l'étendue de la masse dans ce sens; et, dans le deuxième cas, de la moitié de cette étendue.

D'autres galeries percées suivant la pente et par conséquent perpendiculairement aux galeries d'allongement et à une distance horizontale de 40 à 50 mètres, achèveront la division de

l'amas de houille en massifs, dont l'exploitation devra être faite séparément, et de manière à ne pas compromettre la solidité de ces grandes communications. Cette exploitation, qui commencera par les massifs les plus éloignés, aura lieu en remontant, par la méthode des piliers, à l'aide de soutiens en pierre sèche ou autrement.

ART. III. Aussitôt que l'exploitation d'un massif sera terminée, toute communication des évacuations, formée pour l'extraction avec le reste de la mine, sera fermée, et cela en bouchant une partie des galeries principales indiquées et préparées pour cet effet.

ART. IV. Il ne sera jamais laissé, sous aucun prétexte, dans les galeries entretenues, de déblais, de houille menue, ni rien qui puisse s'embraser par fermentation interne, et si le feu s'empare de quelque portion de la mine, il sera cerné aussitôt par des murs en pierre entourés intérieurement et extérieurement de glaise battue et de terres.

ART. V. Des recherches seront entreprises aux extrémités ou limites des masses connues, afin de reconnaître s'il n'existe pas une suite aux couches; il en sera également faites à l'extérieur, sur les indices que l'on pourra se procurer, et d'après ceux résultant de la direction générale des veines.

ART. VI. Tous les travaux intérieurs seront conduits avec prudence et précaution, et l'on ne fera jamais un percement sans avoir préalablement reconnu les massifs à traverser par deux sondages, l'un dirigé horizontalement, l'autre obliquement, pénétrant tous deux à 6 mètres au moins de profondeur.

Toutes les fois que l'on établira plusieurs étages d'exploitations, on aura soin de placer les piliers les uns au-dessus des autres, pour assurer la solidité de l'ensemble.

ART. VII. Les travaux d'exploitation de la mine de la Taupe seront mis en activité dans le courant de l'année qui suivra l'ordonnance de concession.

ART. VIII. Dans le cas où les travaux de la mine de la Taupe se trouveraient fort rapprochés de ceux de la mine du feu, les concessionnaires laisseraient en arrière de la limite du territoire concédé, un massif de houille continu de l'épaisseur de 10 mètres au moins, suivant les anciens usages; enfin, dans le cas où il y aurait des filtrations d'eau ou bien lieu à des épuisemens communs, les exploitans seront assujettis à ce qui est prescrit par l'art. 45 de la loi sur les Mines.

ART. IX. En exécution de l'art. 14 de la loi du 21 avril 1810, les travaux ne pourront être dirigés que par un individu qui aura justifié des connaissances nécessaires pour bien conduire les travaux d'exploitation. En vertu de l'art. 25 du règlement de police souterraine, du 3 janvier 1813, il ne pourra être employé comme maître mineur ou chef particulier de travaux que des individus qui auront travaillé dans les mines comme mineurs, boiseurs, charpentiers ou mécaniciens, au moins pendant trois années consécutives.

ART. X. Les plans et coupe de toutes les excavations où l'on pourra pénétrer seront exécutés dans le courant de l'année qui suivra la mise en activité des travaux; copie en sera adressée au préfet du département pour être déposée dans le bureau de l'ingénieur des mines. Dans la suite, il sera fourni tous les ans, et dans le courant de janvier, les plans et coupes des travaux faits dans l'année précédente, pour être joints au plan général.

L'échelle sera de *un millimètre pour mètre*, et le papier divisé en carreaux de 10 en 10 millimètres. En cas d'inexécution de cette mesure ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés et dressés d'office et aux frais des exploitans.

ART. XI. Les concessionnaires tiendront, conformément au décret du 3 janvier 1815, en bon ordre, sur leurs établissemens:

1°. Un registre et un plan constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances de l'exploitation, dont il sera utile de conserver le souvenir;

2°. Un registre de contrôle journalier pour les ouvriers employés soit à l'extérieur, soit à l'intérieur;

3°. Un registre d'extraction et de vente. Ils fourniront, tous les ans, au préfet, et en outre, chaque fois que le directeur général des Mines le demandera, l'état des ouvriers, celui des produits, et celui des matériaux employés, ainsi qu'il est ordonné par le décret du 18 novembre 1810.

Les registres, ainsi que les plans, seront présentés à l'ingénieur lors de ses tournées.

ART. XII. Les concessionnaires acquitteront, avec exactitude, les redevances fixe et proportionnelle dues à l'Etat, les rétributions en faveur des propriétaires du sol, telles qu'elles seront réglées par l'ordonnance royale de concession, et les

indemnités qui pourraient résulter de dommages faits à la surface du sol, suivant le mode déterminé par la loi du 21 avril 1810.

ART. XIII. En cas d'abandon d'une partie ou de la totalité des ouvrages souterrains, ou de renonciation à la concession, les concessionnaires seront tenus d'en prévenir le préfet, par une pétition régulière, au moins trois mois à l'avance, afin qu'il soit pris par l'Administration les mesures convenables pour la reconnaissance, la conservation ou l'abandon définitif des travaux, suivant que l'exigera l'état des choses.

ART. XIV. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des Mines, en exécution des art. 47 à 50 de la loi du 21 avril 1810, et du titre 2 du règlement du 3 janvier 1813, si, en vertu de l'art. 7 de la loi de 1810, la propriété de la mine vient à être transmise d'une manière quelconque par les concessionnaires, soit à un autre individu, soit à une société: ce cas échéant, le titulaire quelconque de la concession sera tenu de se conformer aux conditions prescrites par l'acte de concession.

ORDONNANCE du 13 septembre 1820, portant que  
*le sieur Molin est autorisé à établir dans la commune de Chavignou, département de l'Aisne, une fabrique de magnats, pour y traiter les cendres noires renfermées dans la propriété de l'impétrant, lequel sera tenu de composer sa fabrique de deux lessivoirs, de deux réservoirs, de trois chaudières dont une préparatoire et deux d'évaporation, conformément aux plans qu'il a fournis, et d'exécuter les conditions du Cahier des Charges qu'il a souscrit.*

Usine de  
 la commune  
 de Chavi-  
 gnon.

# TABLE DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS CE VOLUME.

### *Minéralogie, Géologie, Statistique minéralogique.*

**M**ÉMOIRE SUR UN NOUVEAU problème cristallographique, ayant pour but la détermination directe et générale de certaines variétés de formes cristallines qui dérivent du rhomboïde, avec des applications à une nouvelle variété déterminable de chaux carbonatée; par M. *Monteiro*... Page 5

SECOND MÉMOIRE sur plusieurs cristallisations nouvelles de plomb chromaté; par M. *Frédéric Soret*... 281

NOTE sur un moyen facile de reconnaître la présence du sélénium dans les minéraux, d'après M. *Berzélius*; par M. *Gillet de Laumont*, inspecteur général au Corps royal des Mines. . . . . 507

LETTRE de M. *Abel Rémusat*, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, à M. *Louis Cordier*, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, sur l'existence de deux volcans brûlans dans la Tartarie-Centrale. . . . . 135

OBSERVATIONS sur la lettre précédente de M. *Abel Rémusat*; par M. *Louis Cordier*. . . . . 137

MÉMOIRE sur la pierre d'alun (alunite, alauinstein) cristallisée; par le même. . . . . 503

SUR LES SELS AMMONIACAUX qu'on pourrait rencontrer accidentellement dans les mines de houille embrasées; par le même. . . . . 577

NOTE sur des vveissteins varioloux ou variolites, observés dans le lit de l'Inn; par M. *Chierici*. . . . . Page 597

DES mines de plomb, de cuivre, de zinc, d'étain, d'antimoine, de mercure, de manganèse, de fer, de houille, en 1806 et 1819, et de plusieurs autres substances minérales que renferme le sol français. 21, 34, 80, et 584

### *Chimie, Recherches doctrinastiques, Analyses de substances minérales.*

EXAMEN du fer forgé par les nègres du Fouta Diallon (Haut-Sénégal), et des minerais desquels ils le retirent; par M. *P. Berthier*, Ingénieur au Corps royal des Mines. . . . . 129

ANALYSE des nodules de chaux phosphatée qui se trouvent dans la craie du cap La Hève (près le Havre); par le même. . . . . 197

ANALYSE de l'alun de plume; par le même. . . . . 259

ANALYSE de la pierre d'alun cristallisée; par M. *Louis Cordier*, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines. . . . . 310

MÉMOIRE sur la mine de fer de La Voulte, département de l'Ardèche; par MM. *Thirria* et *Lamé*, élèves ingénieurs au Corps royal des Mines. . . . . 525

SUR LA NATURE du minerai de fer magnétique de Chamoison (Valais); par M. *P. Berthier*, ingénieur au Corps royal des Mines. . . . . 595

NOTICE sur les eaux minérales et thermales de Vichy, département de l'Allier; par MM. *P. Berthier* et *C. Puvion*, ingénieurs au Corps royal des Mines. . . . . 401

ANALYSE du fer titané en couche, du Brésil, et de quelques autres minéraux du même genre; par M. *P. Berthier*, ingénieur au Corps royal des Mines. . . . . 479

*Tome V, 4<sup>e</sup> livr.* R 1

ANALYSE de l'eau de deux sources minérales de Chaudes-Aigues (Cantal); par le même. . . . .	Page 499
ANALYSE de quelques minéraux et produits de la fonderie de Chessy; par M. <i>Thibaud</i> , aspirant au Corps royal des Mines. . . . .	519
NOTES relatives à l'article précédent; par M. <i>P. Berthier</i> , ingénieur au Corps royal des Mines. . . . .	530
CHIMIE (Extraits de journaux).	
— 1. Expériences faites dans la vue de déterminer quelles sont les substances qui contiennent de l'iode. . . . .	141
— 2. Procédé pour fixer sur la laine, la soie, le coton, le chanvre, etc., une très-belle couleur jaune minérale (l'orpiment). . . . .	142
— 3. Sur la préparation et les propriétés de l'eau oxygénée. . . . .	143
— 4. Sur un acide nouveau formé par le soufre et l'oxygène. . . . .	146
— 5. Sur l'acide borique. . . . .	148
— 6. Sur la préparation de l'acide gallique. . . . .	149
— 7. Sur les moyens de séparer la chaux de la magnésie. . . . .	150
— 8. De la magnésie dans les analyses chimiques. . . . .	152
— 9. Premier mémoire sur la dissolubilité des sels dans l'eau. . . . .	154
— 10. Sur la préparation du sous-carbonate de potasse avec le nitre et le tartre. . . . .	159
— 11. Analyse d'un mélange de chlorure de potassium et de chlorure de sodium. . . . .	Ibid.
— 12. Remarque sur la décomposition des chlorures d'oxide par le nitrate d'argent. . . . .	161
— 13. Note sur la poudre à tirer. . . . .	162
— 14. Observations sur l'analyse du chyzate ferrugineux de potasse. . . . .	163

— 15. Sur le ferro-chyzate de potasse, et sur le poids atomique du fer. . . . .	Page 163
— 16. Nouvelles recherches sur la nature du bleu de Prusse. . . . .	165
— 17. Sur l'oxidation du fer sans le concours de l'air et de l'eau. . . . .	167
— 18. Note relative à quelques observations sur les sels cuivreux, où l'on fait connaître une nouvelle variété de carbonate de cuivre artificiel qui a ses analogues dans la nature. . . . .	169
— 19. Nouveaux détails sur le cadmium. . . . .	179
— 20. Vodanium, nouveau métal découvert. . . . .	180
— 21. Des phénomènes que présentent quelques métaux lorsqu'on les soumet à la coupellation, soit seuls, soit alliés entre eux. . . . .	181
— 22. Recherches sur la composition des corps inorganiques. . . . .	185
— 23. Sur le lithion. . . . .	387
ANALYSES de substances minérales. (Extraits de journaux).	
— 1. Analyse de l'amphigène et de la méronite dioc-taèdre. . . . .	Ibid.
— 2. Analyse de l'apophyllite. . . . .	214
— 3. Analyse de l'eau de la mer morte. . . . .	Ibid.
— 4. Essai de l'eau du Jourdain. . . . .	215
— 5. Mémoire sur la pesanteur spécifique et la température des eaux de la mer dans différentes parties de l'Océan et dans les mers particulières, avec quelques détails sur la proportion des substances salines que ces eaux contiennent. . . . .	216
— 6. Analyse du pétalite d'Uto. . . . .	221
— 7. Analyse du triphane. . . . .	225

— 8. Analyse de la tourmaline verte, dite <i>lépidolithe cristallisée</i> , d'Uto. . . . .	Page 223
— 9. Analyse de l'uranite d'Autun. . . . .	225
— 10. Analyse de la zéolithe farineuse d'Erlfors. . . . .	226
— 11. Analyse de la chabasia de Gustafsberg. . . . .	Ibid.
— 12. Analyse de la cérine. . . . .	227
— 13. Analyse de l'eucrase. . . . .	228
— 14. Analyse du lasionite et de la wavelite. . . . .	229
— 15. Analyse de la wavelite. . . . .	231
— 16. Analyse de la fahlunite noire. . . . .	232
— 17. Analyse de l'almandine ou grenat de Fahlun. . . . .	233
— 18. Analyse du grenat de Broddbo. . . . .	Ibid.
— 19. Analyse du grenat de Finbo. . . . .	234
— 20. Analyse du manganèse phosphaté ferrifère de Limoges. . . . .	Ibid.
— 21. Analyse d'une tantalite de Kimito. . . . .	236
— 22. Analyse du pyrosmalith. . . . .	237
— 23. Sur les pyrites. . . . .	239
— 24. Analyse du fer oxidulé. . . . .	241
— 25. Sur le fer oxidulé. . . . .	Ibid.
— 26. Examen de la craitonite. . . . .	242
— 27. Analyse de l'hédenbergite. . . . .	Ibid.
— 28. Analyse de la calamine cristallisée de Limbourg. . . . .	243
— 29. Analyse du vaquelinite. . . . .	245
— 30. Analyse du plomb gomme. . . . .	Ibid.

### *Exploitation des Mines, Mécanique.*

NOTICE sur le mode de muraillement exécuté depuis plusieurs années aux mines de houille de Litry, département du Calvados; par M. <i>Duhamel</i> , inspecteur général au Corps royal des Mines. . . . .	363
---	-----

SUR LES ENGRENAGES; par M. <i>Clapeyron</i> , élève ingénieur au Corps royal des Mines. . . . .	Page 413
SUR LES BATEAUX A VAPEUR; par le même. . . . .	198
NOTICE sur une machine à vapeur pour élever de l'eau et la faire servir comme moteur de machines, etc.; perfectionnée par M. <i>John Pontifex</i> , de Londres. Extrait du Répertoire des Arts et Manufactures du mois de janvier 1820. . . . .	381
SUPPLÉMENT au Mémoire sur les machines à colonne d'eau, inséré dans le tome III des <i>Annales des Mines</i> , p. 503; par M. <i>Roussel-Galle</i> , ingénieur au Corps royal des Mines. . . . .	465

### *Minérallurgie, Arts qui en dépendent.*

SUR LA COUPELLATION ET LE TRAITEMENT de la galène argentifère; par M. <i>P. Berthier</i> , ingénieur au Corps royal des Mines. . . . .	333
DESCRIPTION d'un fourneau de grillage pour le minerai de fer, employé au Creusot et à Vienne; par MM. <i>Lamé</i> et <i>Thiria</i> , élèves ingénieurs au Corps royal des Mines. . . . .	391
DESCRIPTION de nouvelles grilles à barres creuses pour les fourneaux et les foyers; par M. <i>Ikin</i> . . . . .	559
RAPPORT fait au Jury central de l'exposition des produits de l'industrie française, de l'année 1819, sur les objets relatifs à la métallurgie, et augmenté de quelques annotations; par <i>A. M. Héron de Villefosse</i> , membre de ce Jury, inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, etc. . . . .	17
SUR LE TRAVAIL DE L'ACIER. . . . .	247
EXTRAIT de deux rapports faits à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, par M. <i>Héricart</i>	

- de Thury*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines :
- 1°. Sur les lames damassées de M. *Degrand-Gurgey*, de Marseille. . . . . Page 421
- 2°. Sur la fabrique de limes de M. *Musseau*. . . . . 495

*Physique, Arts et Objets divers.*

- NOTE sur les expériences électro-magnétiques de MM. *OErsted*, *Ampère* et *Arago*, relatives à l'identité de l'aimant avec l'électricité. . . . . 535
- OBSERVATIONS sur l'écoulement des fluides; par *C.-J. Leshot*, ingénieur au Corps royal des Ponts-et-Chaussées. 205
- EXTRAIT d'un rapport fait à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, par M. *Héricart de Thury*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines, sur l'établissement de lithoglyptique de M. *Vallin*, entrepreneur lithoglypte de l'intendance du Garde-Meuble. 511
- EXTRAIT du rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française exposés au Louvre en 1819. 453 et 563

*Nécrologie.*

- NOTICE sur M. *Miché*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines. . . . . 587

*Ordonnances royales concernant les Mines.*

- ORDONNANCES rendues pendant :
- 1°. le quatrième trimestre de 1819. . . . . 265
- 2°. le premier trimestre de 1820. . . . . 278
- 3°. le second trimestre de 1820. . . . . 453
- 4°. le troisième trimestre de 1820. . . . . 589
- ERRATA. . . . . 616

*Planches jointes à ce volume.*

- Pl. I. Sur un nouveau problème cristallographique.
- Pl. II. 1°. Sur les engrenages;  
2°. Sur les bateaux à vapeur;  
3°. Machines à colonne d'eau.
- Pl. III. Nouvelles cristallisations de plomb chromaté.
- Pl. IV. 1°. Mode de muraillement exécuté aux mines de Litry;  
2°. Machine à vapeur.
- Pl. V. Fourneau de grillage pour le minerai de fer.
- Pl. VI. 1°. Grilles à barres creuses.  
2°. Appareil pour reconnaître la présence du sélénium dans les minéraux.

## ERRATA

- Page 133, ligne 23, proportion, lisez : portion.
- Page 167, ligne 8, le cyanogène, lisez : l'acide hydrocyanique.
- Idem, ligne 25, sans, lisez : par.
- Page 269, ligne dernière, Thompson. lisez : Thomson.
- Page 183, ligne 16, tome II, lisez : tome XI.
- Page 187, ligne 24, l'agent, lisez : l'argent.
- Page 188, ligne 16, Arsenic.. 0,5414 .. 100  
Oxigène.. 0,6586 .. 192,91  
lisez : Arsenic.. 0,75824 .. 100  
Oxigène.. 0,24176 .. 31,90
- Page 199, ligne 23, où on, lisez : on en.
- Page 221, ligne 21, pétatite, lisez : pétalite.
- Page 222, ligne 5, id. id.
- Page 223, ligne 3, id. id.
- Idem, ligne 25, id. id.
- Page 231, ligne 4, sans, lisez : sous.
- Page 258, ligne 11, altérable, lisez : attirable.
- Page 259, ligne 17, magnésie, lisez : manganèse.
- Page 245, ligne 21, acide de plomb, lisez : oxide de plomb.
- Page 337, ligne 2, le, lisez : la.
- Page 342, ligne 18, le, lisez : la.
- Page 343, ligne 15, 105,17, lisez : 105,7.
- Page 357, ligne 3, 9,70, lisez : 970<sup>k</sup>.
- Page 360, ligne 12, du en, lisez : du.
- Page 395, ligne 31, 0,994, lisez : 1,000.
- Page 403, ligne 7, cinq à six cents, lisez : neuf cents à mille.
- Idem, ligne 10, 150,000 lisez : 250,000.
- Page 410, ligne 23, à l'accolade, 0,000815, lisez : 0,000381.

## SUR UN NOUVEAU

Fig.



Fig.

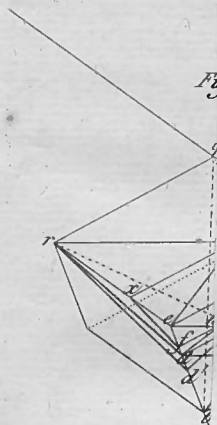
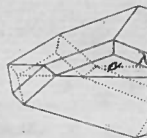


Fig.



SUR UN NOUVEAU PROBLÈME CRISTALLOGRAPHIQUE.

Fig. 1.

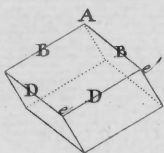


Fig. 2.

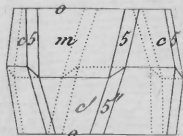


Fig. 3.

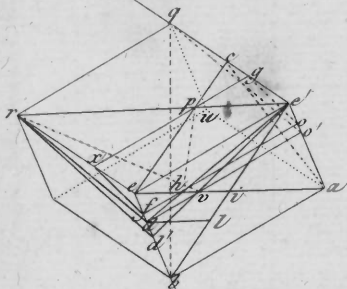


Fig. 4.

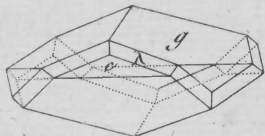
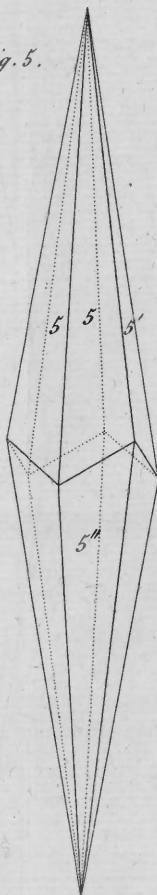


Fig. 5.





SUR LES ENGRENAGES.

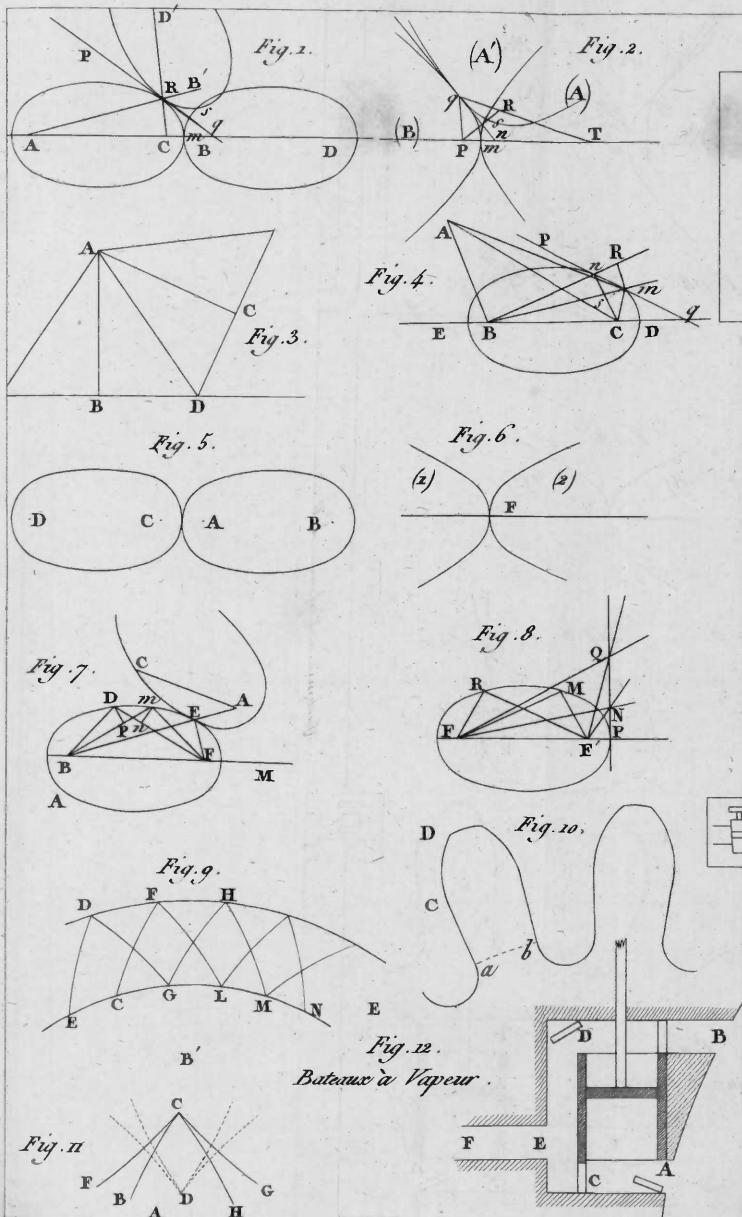
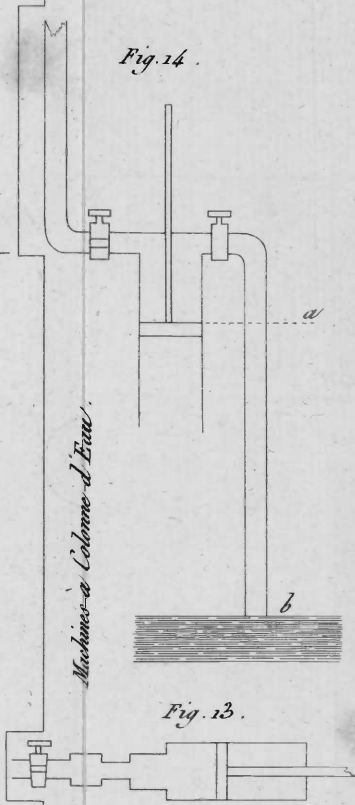


Fig. 14.



CRISTALLISATIONS NOUVELLES DE PLOMB CHROMATE.

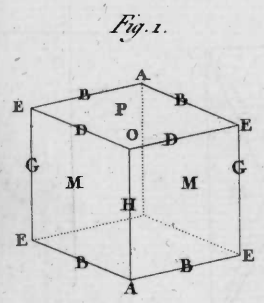


Fig. 1.

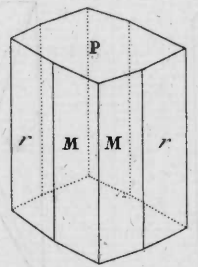


Fig. 2.

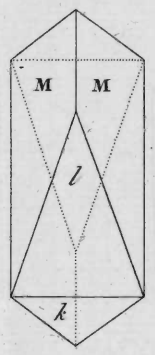


Fig. 3.

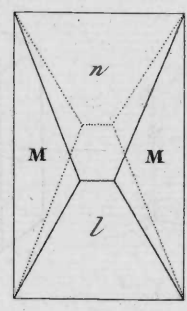


Fig. 4.

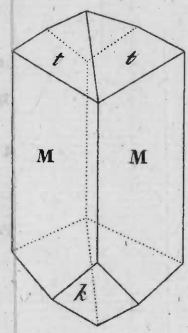


Fig. 5.

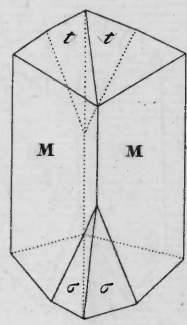


Fig. 6.

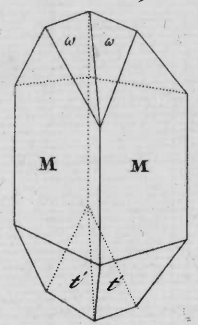


Fig. 6. (bis)

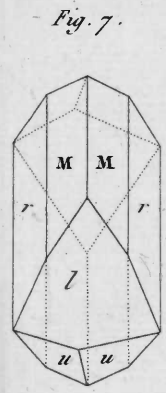


Fig. 7.

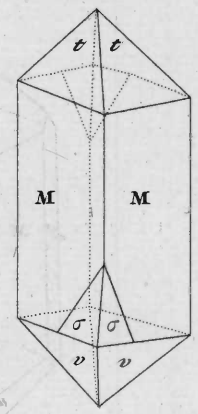


Fig. 8.

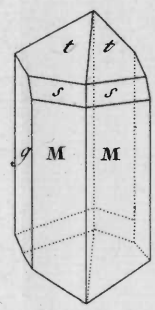


Fig. 9.

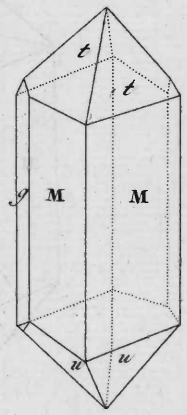


Fig. 10.

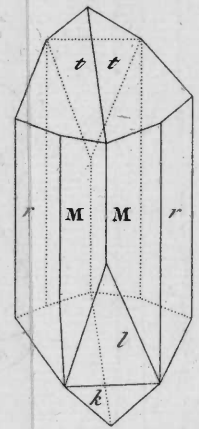


Fig. 11.

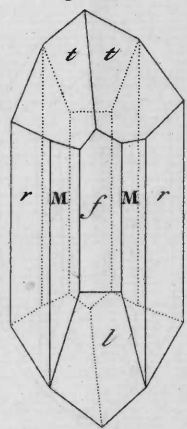


Fig. 12.

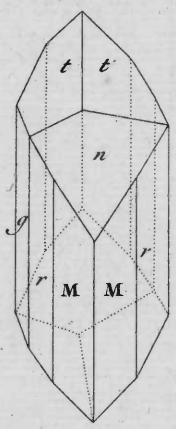


Fig. 13.

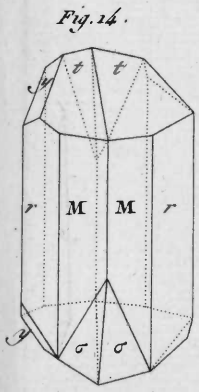


Fig. 14.

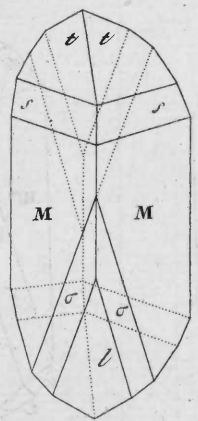


Fig. 15.

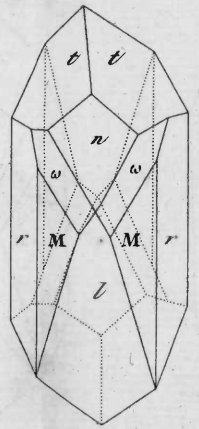


Fig. 16.

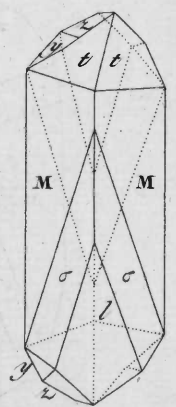


Fig. 17.

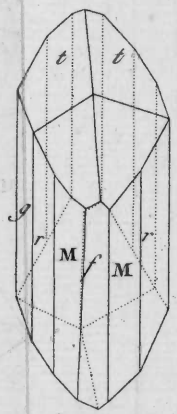


Fig. 18.

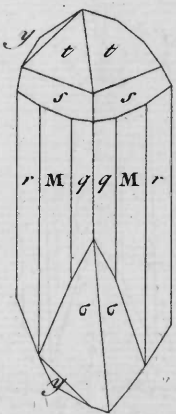


Fig. 19.

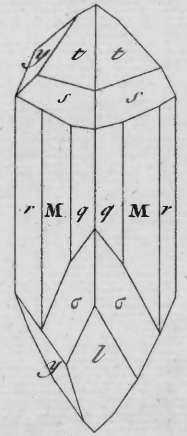


Fig. 20.

Fig. 1.

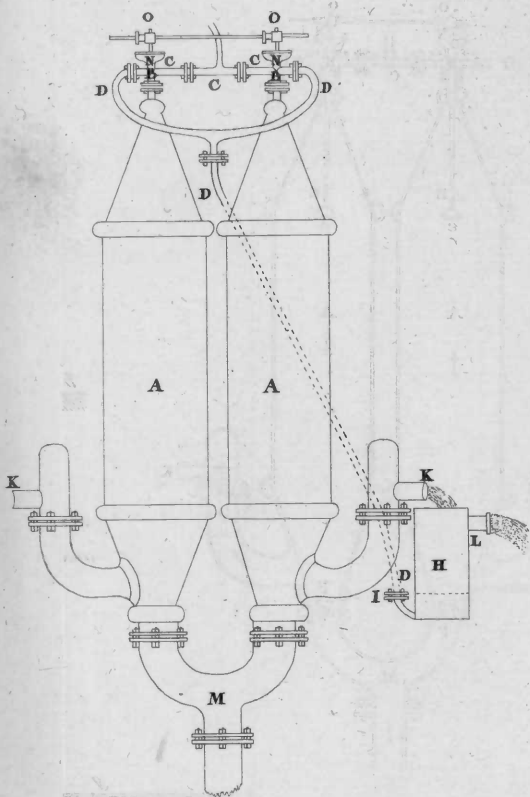


Fig. 2.

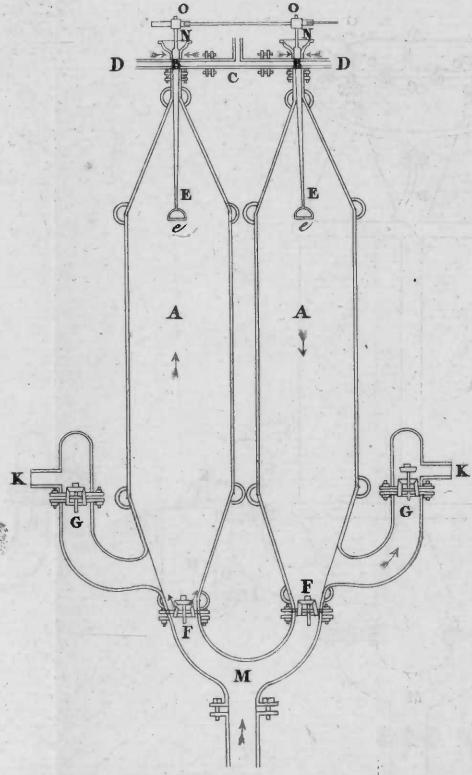
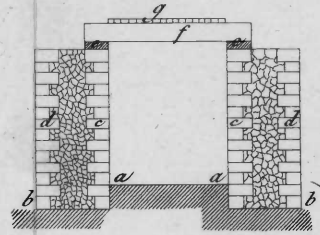
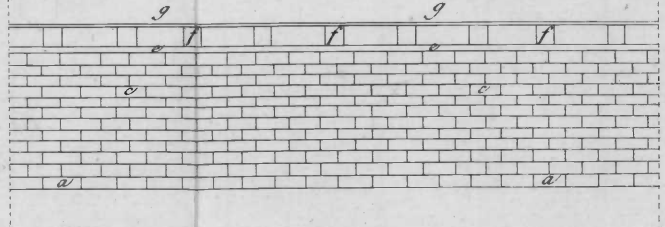


Fig. A.



Mode de muraillement execute' aux Mines de Liézy.

Fig. B.



Echelle des Figures A et B, de 0<sup>m</sup> 01 pour metres. 1 2 3 4 5 6 Metres.

Fig. 1 et 2. Machine à vapeur pour élever de l'eau et la faire servir comme moteur de Machines.

FOURNEAU POUR GRILLER LE MINERAI DE FER.

Fig. 1.

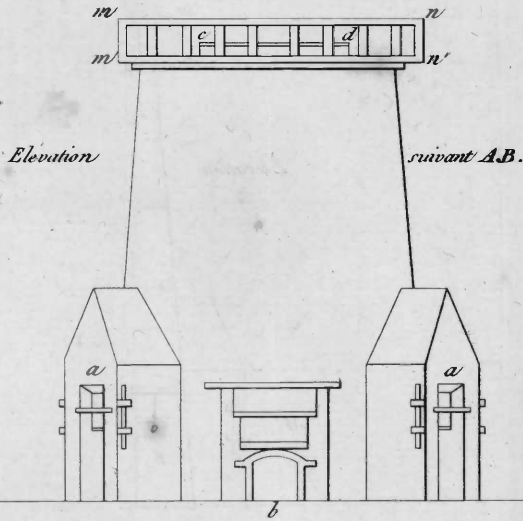


Fig. 3.

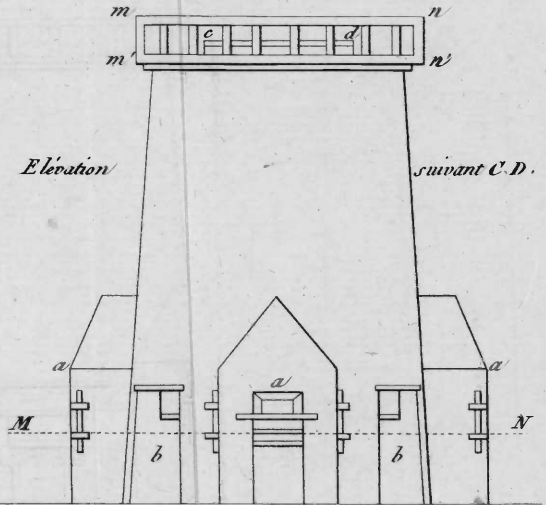


Fig. 2.

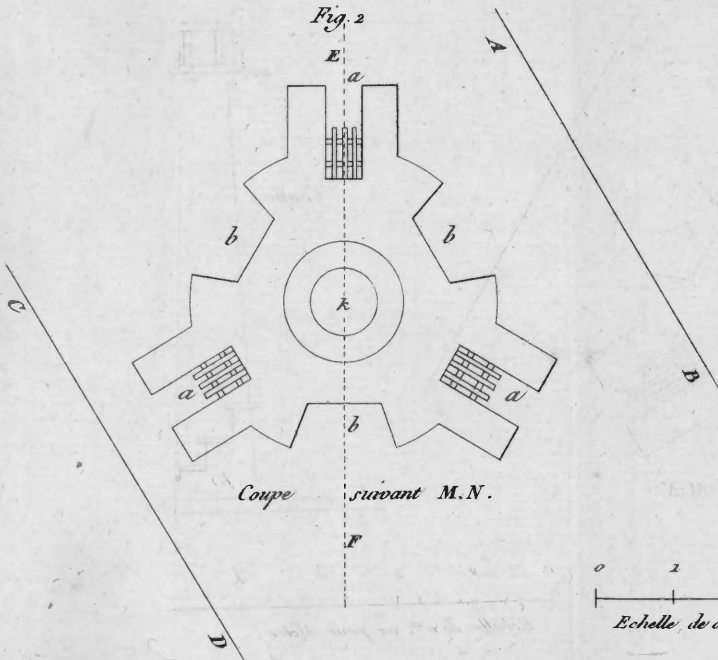


Fig. 4.

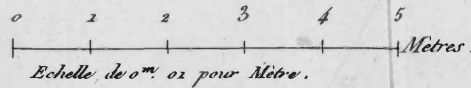
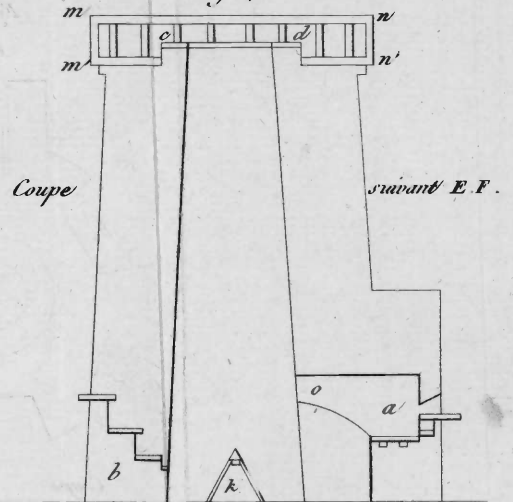


Fig. 2.

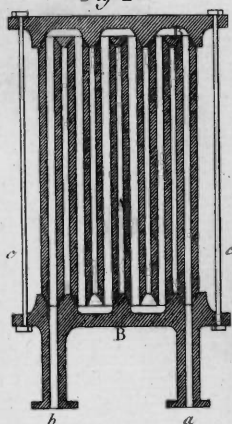


Fig. 1.

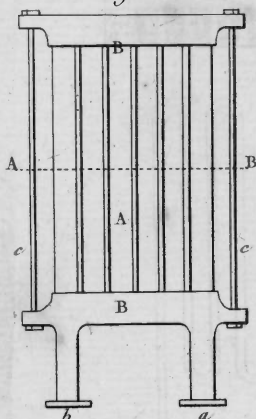


Fig. 3.

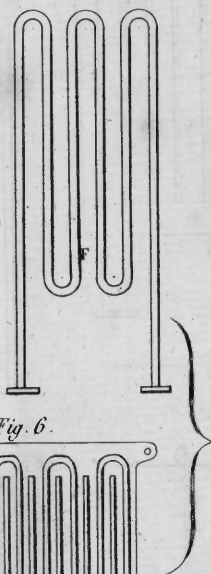
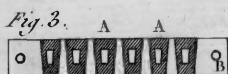


Fig. 4.

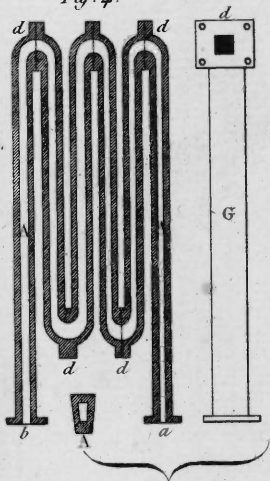


Fig. 5.

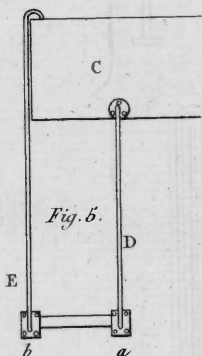


Fig. 6.

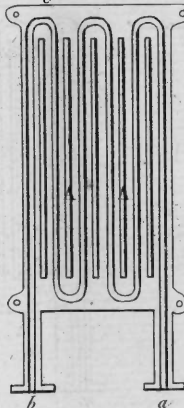


Fig. a.

Appareil pour le Sélénium

