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 SEPTIÈME.

ANNÉE 1822.

CHEZ TREUTTEL et WURTZ, Libraires, rue de Bourbon, N°. 17; et même Maison de commerce,

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

1822.

AVERTISSEMENT.

Les *Annales des Mines* paraissent de *trois en trois mois*, par livraisons de huit à dix feuilles d'impression chacune, avec des planches. Voyez l'*Avertissement* placé au commencement du volume de 1816, formant le tome Ier, de la collection des *Annales des Mines*.

NOTICE

SUR UNE

NOUVELLE MACHINE SOUFFLANTE;

PAR M. CLAPEYRON,

Aspirant au Corps royal des Mines.

On nous a parlé, lors de notre passage dans le Hartz, d'une machine soufflante qui nous a paru très-ingénieuse, je vais dire en peu de mots en quoi elle consiste.

Le chapelet a été employé jusqu'ici à élever de l'eau d'un niveau à un autre. Si, au contraire, il reçoit de l'eau d'une certaine hauteur pour la remettre à un niveau plus bas, il pourra être employé comme moteur. Si, pour une vitesse donnée de la machine, on règle la quantité d'eau fournie, de manière à ce que l'espace compris entre deux palettes consécutives n'ait pas le temps de se remplir d'eau, le reste de l'espace sera rempli d'air qui se rendra dans un réservoir, d'où il sera conduit où bon semblera. On peut donner à la machine la disposition indiquée dans la figure ci-jointe.

On voit, à l'inspection de la figure (*Pl. I, fig* 1re.), la quantité d'air lancé dans un temps donné, quand on connaît la vitesse de la machine et la hauteur de l'eau au-dessus des palettes.

Mais on peut se demander comment, dans une

pareille machine, varie la quantité d'air lancé, quand on fait varier la quantité d'eau motrice : c'est de cette question que nous allons nous occuper.

Soit m la masse d'eau fournie dans l'unité de temps et m' la masse d'air lancé dans le même temps ; le niveau de l'eau dans l'intérieur du réservoir est plus bas qu'en dehors, soit a la différence de niveau.

Si on représente par z la hauteur de chute, et par z' la hauteur à laquelle est due la vitesse de la machine, la portion de force vive dépensée utilement par le moteur, pendant l'unité de temps, sera $mg(z-z')$.

Cette force vive est employée à augmenter la force élastique de l'air de la pression due à la hauteur a, puis à introduire l'air ainsi condensé dans le réservoir. Dans le premier moment où l'air compris entre deux palettes consécutives se mêle à celui du réservoir, la pression que celui-ci exerce en sens contraire du mouvement, n'est pas dès le premier instant égale à a : cela n'a lieu qu'après que la nouvelle masse d'air a été réduite à la même densité que celui qui est répandu dans le reste du réservoir. Mais, pour plus de simplicité, nous supposerons que la pression soit dès l'origine égale à a; ce qui est d'autant plus convenable, qu'en négligeant le frottement, nous commettons une erreur en sens contraire.

Cela posé, la force vive nécessaire pour introduire dans le réservoir le volume d'air dont la masse est m', sera égale au produit du volume par la pression dans l'intérieur du réservoir; et comme la force vive dépensée utilement par le

moteur est égale à celle qui est absorbée par la résistance, nous aurons l'équation :

$$mg(z-z') = \frac{m'g}{\delta}a.$$

L'air, en sortant par la tuyère, perdra de sa densité à mesure que sa vitesse ira en croissant: soit u la vitesse de l'air au point de la tuyère où sa densité est redevenue égale à celle de l'air atmosphérique, il devra encore avoir une force vive égale à celle qui lui a été communiquée. On aura donc :

$$(1)\quad mg(z-z') = \frac{m'g}{\delta}a = \frac{m'u^2}{2} = m'gz''.$$

z'' étant la hauteur à laquelle est due la vitesse u, on tire de cette équation :

$$u = \sqrt{\frac{2ag}{\delta}} = \sqrt{2gz''};$$

ce qui donne une valeur approchée de la vitesse avec laquelle s'échappe un gaz sous une pression donnée. Je dis approchée, puisque tout ce calcul repose sur une hypothèse, qui, bien qu'approchant beaucoup de la vérité, n'est pas rigoureusement exacte; je néglige de plus l'influence qu'exerce l'abaissement de température occasionné par la dilatation.

Soit maintenant v le volume d'eau et v' le volume d'air compris entre deux palettes consécutives; soit s la surface des palettes et s' la section de la tuyère au point où l'air qui s'échappe a une densité égale à celle de l'air extérieur, et où, comme nous l'avons prouvé, la vitesse est

$$\sqrt{2gz''},$$

la quantité d'air écoulée pendant l'unité de temps est égale à $s' \sqrt{2gz''}$.

Si l'espace compris entre deux palettes était entièrement rempli d'air, la quantité fournie pendant l'unité de temps serait $s \sqrt{2gz'}$; mais comme cet espace se compose d'un volume v' d'air et d'un volume v d'eau, la quantité réellement fournie n'est que $\frac{v's}{v+v'} \sqrt{2gz'}$.

On aura donc :

$$\frac{v's}{v+v'} \sqrt{2gz'} = s' \sqrt{2gz''},$$

ou posant $\frac{v's}{v+v'} = \zeta$,

$$s'^2 z'' = \zeta^2 z';$$

observant que $mg = v$ et $\frac{mg'}{\delta} = v'$,

on a :

$$v(z - z') = a v',$$

de plus les équations (1) donnent : $a = \delta z''$: nous avons donc entre les trois quantités inconnues a, z' et z'', trois équations qui donnent :

$$a = \frac{\delta \zeta^2 v z}{v s'^2 + v' \delta \zeta^2},$$

$$z' = \frac{s'^2 v z}{v s'^2 + v' \delta \zeta^2},$$

$$z'' = \frac{\zeta^2 v z}{s'^2 v + v' \delta \zeta^2}.$$

NOTE DES RÉDACTEURS

Des Annales des Mines.

Cette machine (dans laquelle les mêmes palettes servent tout-à-la-fois à recevoir la pression de l'eau motrice et à comprimer l'air dans un réservoir d'où il s'échappe par une tuyère), paraît aussi ingénieuse qu'elle est nouvelle; cependant il est permis de douter que son usage puisse être bien avantageux. On voit en effet que toutes les palettes ou patenôtres de ce chapelet devront glisser moins librement dans la buse que dans le chapelet ordinaire qui sert aux épuisemens, afin que l'air ne puisse passer d'une case dans une autre; ce qui donnera lieu à plus de frottemens et à plus de réparations. On conçoit aussi que la somme des résistances provenant du frottement de toutes ces palettes sera plus grande que celle du piston unique d'une machine soufflante ordinaire à piston.

On peut donc penser que cette nouvelle espèce de soufflet n'est pas préférable à plusieurs autres machines soufflantes connues et notamment *à la vis d'Archimède*, que M. Cagnard a imaginé, le premier, de transformer en un véritable soufflet. (Voyez le *Journal des Mines*, tome XVI, page 469.)

Toutefois, *le chapelet soufflant* du Hartz est une invention nouvelle qu'il est utile de faire connaître, parce qu'il est possible qu'on l'emploie avec avantage en certaines circonstances.

NOTICE

SUR LE PAPIER-GLACE DE M. QUÉNEDEY;

PAR M. GILLET DE LAUMONT,

Inspecteur général au Corps royal des Mines.

LES inventions qui offrent des moyens nouveaux utiles aux arts ne sauraient être trop connus, c'est ce qui m'a engagé à rédiger cette notice sur le *papier-glace*, quoique son usage, suivant notre manière actuelle de voir, soit déjà ancien (1).

Cette matière, qui remplace avantageusement le *papier* à calquer, a une surface unie et une transparence qui approche de celle d'une *glace*, d'où elle a reçu le nom de *papier-glace*. Elle est aujourd'hui fort recherchée par les graveurs, par les amateurs, qui s'en servent non-seulement pour *calquer*, mais aussi pour *graver*, soit au trait, soit à la manière du lavis, et avec laquelle on peut tirer un assez grand nombre d'épreuves, sur du papier, du bois, du plâtre et une infinité de corps plans, et même légèrement convexes ou concaves (2).

(1) Il a été présenté à la Société d'Encouragement en 1810, mais on n'y considéra pas alors la propriété de pouvoir servir de planche pour graver: il a été décrit ensuite dans la *Bibliothèque physico-économique* en 1816, tome Ier., p. 395.

(2) Quand il ne s'agit que de *calquer*, on a plus de facilité à se servir de feuilles très-minces, sur-tout si l'objet à copier est un peu marqué ou surchargé; le côté le moins uni est alors le plus avantageux pour recevoir les traits de la plume ou les couleurs. Lorsqu'il s'agit de *graver*, il faut prendre des feuilles plus épaisses et choisir le côté le plus uni, afin d'obtenir de meilleures épreuves.

Pour *graver au trait* sur cette matière, qui forme une nouvelle espèce de planche tendre et légère, on se sert de pointes fines d'acier, avec lesquelles, en appuyant légèrement, mais assez pour former des traits capables de retenir la couleur, on parvient, en tenant la pointe perpendiculairement à la planche, à exécuter les traits les plus délicats; en se servant de pointes moins fines et en appuyant un peu plus, on en obtient d'assez forts pour faire produire l'effet aux gravures, jamais autant qu'on le pourrait faire sur une planche de métal, mais avec bien plus de facilité.

Lorsqu'on veut *graver à la manière du lavis*, en passant des roulettes à grains fins sur le *papier-glace*, ou en grattant légèrement sa surface, on le rend susceptible de retenir assez de couleur pour imiter les tons légers du lavis, et l'on peut obtenir ainsi des épreuves très-favorables, pour être ensuite enluminées; pour en avoir de bonnes, il faut employer du papier bien uni (du papier vélin) sans aucunement le mouiller.

L'encre grasse des imprimeurs en taille-douce est la meilleure dont on puisse se servir; à son défaut, celle des imprimeurs en lettres et toutes les couleurs à l'huile broyées très-fines, dont on se sert pour peindre le tableau. On peut aussi employer la *plombagine*, le *molybdène*,

le *crayon rouge* ou *noir*, le *noir de fumée*, bien mêlés avec une matière grasse ; on peut même se servir de ces dernières matières, sèches, et j'ai employé avec succès de la *mouchure de chandelle* broyée très-fine, qui conserve assez d'onctuosité pour adhérer au papier, et a l'avantage de se trouver par-tout.

Pour tirer des *épreuves sur du papier*, toutes les presses sont bonnes ; on peut même, lorsqu'on n'en a pas à sa disposition, en obtenir de passables en posant le papier que l'on veut imprimer, sur un corps bien uni, tel qu'une glace, un marbre ; puis mettant le côté gravé du *papier-glace* sur celui vélin et frottant avec l'anneau poli d'une clef, en appuyant sur les deux papiers fixés l'un sur l'autre, à l'aide de petites boulettes de cire. Avec des soins, on peut tirer ainsi une trentaine d'épreuves, en mettant chaque fois de la couleur nouvelle, et essuyant le *papier-glace* avec un linge très-fin et usé, sans enlever la couleur des traits peu profonds qu'il porte. Pour ne point plisser ou déformer le papier en l'essuyant, il est bon de le fixer sur une feuille de fer-blanc, d'ivoire ou de bois bien unie ; lorsqu'on se sert d'une presse d'imprimeur, on peut, avec de l'habitude, tirer cent et plus d'épreuves (1).

Nous ne parlerons pas de la composition de

(1) Il faut beaucoup plus de précaution pour obtenir des épreuves sur des corps dont les surfaces sont légèrement irrégulières, afin d'empêcher le papier de se plisser et les traits de doubler ; mais il paraît que l'on y parviendrait en appuyant sur le *papier-glace* avec des corps flexibles ou avec des sachets remplis de sable fin, que l'on presserait ensuite fortement.

cette matière, qui est la propriété de M. Quénedey, qui a imaginé le physionotrace avec feu M. Chrétien, et continue à s'en servir avec succès en y employant son *papier-glace* depuis environ quinze ans (1). Cet artiste habile, peintre et graveur, donnera aux personnes qui iront le voir une instruction pour graver elles-mêmes sur son papier transparent ; il leur fera part de l'idée heureuse qu'il a eue, lorsque l'on a besoin d'un grand nombre d'épreuves sans tenir à une grande perfection, de porter en un moment le trait d'une gravure fraîche, faite avec le *papier-glace*, sur une planche vernie, de cuivre ou d'étain, en le posant à sec sur cette planche, et faisant passer le tout sous le rouleau d'une presse. La rebarbe légère que l'on a faite en gravant, fortement pressée par le rouleau, enlève le vernis de la planche de métal par-tout où elle la touche, laquelle se trouve en un instant disposée à recevoir l'acide, ainsi que l'on y parviendrait longuement en passant la pointe sèche sur tous les traits d'un calque que l'on y aurait tracé.

L'usage du *papier-glace*, d'une grande trans-

(1) Il demeure rue Neuve-des-Petits-Champs, n°. 15, près le Péron du Palais-Royal, à Paris. Il tient un assortiment de *papier-glace* de diverses grandeurs et épaisseurs ainsi que des pains à cacheter de différentes couleurs faits avec cette matière, que l'on ne peut enlever sans altérer le papier ; tandis qu'avec les pains à cacheter de pâte ordinaire, le cachet d'une lettre se divisant souvent facilement en deux, la lettre peut être ouverte, avec de l'adresse, et refermée sans que l'on s'en aperçoive.

parence et d'une extrême légèreté, étant plus répandu, nous paraît devoir être infiniment utile non-seulement aux graveurs, mais encore aux officiers, aux ingénieurs, aux naturalistes, aux voyageurs, qui peuvent, sans embarras, porter plusieurs planches pareilles dans leurs portefeuilles, y graver avec une simple pointe et ombrer avec un grattoir, un portrait, une fleur, une machine, une carte géographique, une inscription, un plan, etc., etc., et envoyer au loin des gravnres des objets qu'ils auront eu occasion de découvrir, ou de ceux qui se rapporteront aux travaux dont ils s'occuperont.

Description et usage d'une espèce de marteau nommé ductilimètre, *pour connaître et comparer facilement la ductilité de différens métaux fusibles, comme le plomb, l'étain, etc., composé par M.* Regnier, *ancien conservateur du Musée de l'artillerie, etc.* (1).

L'instrument dont il s'agit est représenté *Pl. II, fig.* 1 ; il vient d'être établi à Paris pour l'usage des donanes de France, afin de connaître et de choisir les plombs les plus doux, propres au plombage des colis. Il est composé :

Description.

1°. D'nne masse en fer d'une pesanteur connue, emmanchée au bout d'un levier de même métal, qui a 80 centimètres de long;

2°. D'nn essieu transversal, mobile sur son axe, au centre de deux ponpées qui maintiennent cette espèce de marteau à bascule;

3°. D'un petit tasseau en fer qui sert d'enclume sous le choc du marteau ;

4°. D'un petit tréteau en bois sur lequel est établi ce mécanisme ;

5°. Enfin, d'un quart de cercle en bois peint, divisé en 90 degrés, fixé sur le plateau du tréteau. Cette division sert à déterminer le degré d'élévation qu'on veut donner au marteau dans les épreuves.

Usage.

Pour obtenir l'uniformité nécessaire dans les essais, on a fondu différens plombs dans un moule à balles de fusil de 26 à la livre; ces balles donnent 10 millimètres de diamètre, et après les avoir ébarbées avec soin, on les a placées au centre du tasseau, dont la surface est gravée de plusieurs cercles concentriques.

(1) M. Regnier demeure rue de l'Université, n°. 4.

Le marteau a été levé à 50 degrés de l'arc de division, et de ce point on l'a fait tomber sur les balles, qui se sont élargies successivement en rondelles circulaires de 30 millimètres de diamètre; on a eu soin de compter les coups de marteau qui ont été donnés sur chaque balle pour obtenir cet élargissement.

Dans le tableau suivant, on a indiqué les plombs et étains qui ont été soumis à l'épreuve.

Désignation des plombs et étains.	Nombre de coups de marteau donnés.
Anciens flans connus bons à l'usage des douanes.	12
Plomb neuf en saumons de W. Blackett	11
Idem, de Blangill	11
Idem, de Caldebek	12
Plomb de flans prêts à être expédiés	12
Anciens flans refondus dix fois dans le moule	10
Plomb des ébarbures pris dans l'atelier	12
Plomb dans lequel nous avons ajouté un dixième de zinc	14
Étain de Cornouailles	40

Observations.

D'après ces données, l'auteur a reconnu, d'une part, les plombs les plus doux que l'Administration générale des douanes désirait pour le plombage des colis; et, d'une autre part:

1°. Que le plomb refondu dix fois de suite, loin de s'aigrir, gagne en qualité;

2°. Que le plomb mélangé avec un dixième de zinc se durcit sensiblement;

3°. Que l'étain de Cornouailles serait quatre fois plus dur que le plomb.

NOTICE

Sur une disposition particulière de la glace;

Par M. J.-F. CLÈRE,

Ingénieur au Corps royal des Mines.

En parcourant, vers la fin de novembre 1816, les lieux élevés des environs de Deville (1), à trois lieues au nord de Mézières, je fus frappé d'une disposition particulière de la glace: je remarquai que les dépressions légères qui longent les pentes des hauteurs dont il s'agit, paraissaient de loin couronnées d'efflorescences de glace et de près offraient de véritables végétations qui s'étendaient à de grandes distances, et s'élevaient, selon les circonstances, jusqu'à 8 décimètres de hauteur; ensuite elles se brisaient pour se reproduire de nouveau au bout d'un certain temps.

Ces végétations offraient à l'œil des assemblages continus de petits faisceaux de glace (voyez *Pl. I, fig.* 2), composés de cylindres cannelés et fibreux qui se surmontaient parallèlement entre

(1) Les montagnes qui constituent la chaîne des Ardennes sont généralement composées en bancs alternatifs de *schistes-argileux-ardoisiers* et de *grauwackes-schisteuses* à grains plus ou moins fins, qui finissent par se confondre tout-à-fait avec les schistes argileux proprement dits. La direction moyenne de ces couches va de l'est à l'ouest, en déviant un peu au nord du côté du Rhin, sous une pente de 45d environ, qui a lieu, selon deux sens opposés, aux extrémités longitudinales de la chaîne.

J. F. C.

eux les uns au-dessus des autres, de manière pourtant à indiquer des lignes distinctes de séparation, espacées en hauteur à des distances variables, mais dont la plus grande ne m'a pas semblé dépasser 2 décimètres et demi, *maximum* de la longueur des cylindres, qui, presque toujours, diminuent en retraite à chaque rangée, et parfois aussi en hauteur pour les rangées supérieures.

Entre la ligne de jonction qui séparait les deux rangées inférieures, j'ai observé une couche peu épaisse d'argile glaise, jaunâtre, congelée, servant, pour ainsi dire, de pâte à un grand nombre de cailloux roulés, depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à celle du poing. Plus haut, dans d'autres endroits, on voyait quelques-uns de ces cailloux renfermés sans ciment entre deux assises du massif cristallin, où ils paraissaient avoir été portés par une force ascensionnelle qui les aurait soulevés au moment de la formation des faisceaux qui les supportaient, et sans doute par la même cause qui les avait déjà primitivement enlevés de terre.

Ces efflorescences de glace m'ont paru affecter toutes sortes de positions, depuis la verticale jusqu'à l'horizontale, selon la disposition naturelle du sol, qui presque généralement formait alors des angles droits avec ces faisceaux de tubes de glace.

Je cherchai à découvrir, s'il m'était possible, les lois de la création de ce singulier phénomène: en conséquence, je détruisis une partie de ces amas, et j'eus alors l'occasion de recueillir les faits suivans, qui me paraissent mériter l'attention des physiciens.

D'abord, j'observerai que chacun des cylindres que j'ai pu séparer était creux intérieurement comme un tube capillaire, à partir du sol ou de l'étage qui les supportait, et que quelquefois cet étroit canal traversait les lignes de jonction où se trouvait la terre caillouteuse, qui, ordinairement, enveloppait encore une petite portion de la surface extérieure du tube, comme si elle s'y était extravasée.

La terre sur laquelle s'élevaient ces faisceaux de glace si réguliers était très-molle et ressemblait véritablement à une boue de moyenne consistance, on pouvait y enfoncer la main jusqu'à la naissance de l'avant-bras, quoique pourtant les terres environnantes fussent gelées à près de 5 centimètres de profondeur. Un thermomètre que je me procurai sur les lieux, m'indiqua près de 5 degrés de différence entre la température à l'air libre et celle de l'intérieur de la terre molle d'où je venais d'enlever la glace et où je plongeai l'instrument, en l'y laissant une demi-heure; ce qui indique, malgré le peu de confiance qu'il pouvait mériter, une température plus élevée que celle de l'extérieur.

Étant revenu le lendemain au même lieu, je remarquai qu'une première rangée de nouveaux glaçons s'était formée à la place de ceux que j'avais abattus, et les personnes qui m'accompagnaient, habituées à la reproduction de ce phénomène, m'assurèrent que si la température ne s'élevait pas, les jours suivans seraient marqués par de nouvelles rangées de faisceaux qui se formeraient pendant les nuits. Je n'ai pu vérifier ce fait; mais j'ai tout lieu d'y ajouter foi: en sorte qu'on pourrait en conclure que chaque

ligne de séparation indique autant de jours différens.

Cette étrange congélation ne se produit jamais sur des terres battues ou foulées; ce n'est qu'au bas des hauteurs et des monticules, dans les ravins où règne sur-tout une humidité constante, qu'on peut l'observer.

La pousse supérieure, si je puis me servir de cette expression (il y en a assez communément quatre), est presque toujours terminée par une espèce d'efflorescence semblable à un chou-fleur.

J'ajouterai cependant que, l'année suivante, j'ai eu occasion de remarquer qu'en certains endroits il ne se forme qu'une seule rangée de glaçons cyliudriques, dont les têtes sont alors recouvertes par une mince couche de terreau caillouteux, et que, malgré la coustance ou l'abaissement de la température, ils ne sont point surmontés par des rangées supérieures.

Note des Rédacteurs.

Le *Journal de Physique* (mars 1783) renferme un mémoire, dans lequel M. Desmarets s'est attaché à faire connaître une sorte de végétation de la glace. Le fait singulier constaté par ce savant sert à confirmer celui dont M. Clère nous a donné la description.

L'espèce de végétation dont il s'agit a été observée plusieurs fois, par M. Desmarets, dans les montagnes de l'Auvergne, du Vélay, du Vivarais, aux environs d'Annonay, dans le Forez, etc., en général dans tous les pays de granites en décomposition, et même dans les pays volcaniques en France et dans les environs de Rome; mais jamais dans les pays calcaires et à couches horizontales ou inclinées.

M. Desmarets rapporte qu'il remarqua pour la première

fois cette végétation en 1763, à quelques lieues de Limoges, en revenant à Paris par un froid de 4 degrés au-dessous de zéro, après quelques jours de pluie. La grande route était couverte d'une croûte assez épaisse, qu'il prit d'abord pour de la boue; mais étant descendu de cheval, il observa, avec surprise, dans les trous faits dans cette croûte par les pieds de son cheval, une couche de glace composée d'un nombre infini de filets limpides, parallèles, adhérens assez fortement entre eux, ayant une forme prismatique assez marquée, qu'il compare aux filets de gypse, excepté que ceux de la glace sont plus distincts.

La longueur de ces filets variait d'une place à une autre, depuis *un demi-pouce* jusqu'à *deux;* ils étaient fort courts lorsque la terre approchait davantage de la nature du sable et plus longs lorsqu'elle était formée d'un mélange de sable et de terre argileuse imbibée d'eau en certaines parties. La superficie de ces croûtes de glace offrait un grand nombre de gerçures, qui formaient des prismes héxagones, dont la base avait environ 2 pouces de diamètre : quelques-uns de ces prismes étaient encore divisés en d'autres prismes moins réguliers,

Ils étaient toujours perpendiculaires au plan du terrain où ils avaient été formés, malgré l'inclinaison des talus, quelquefois de 45 degrés. M. Desmarets les trouva encore sur les terres voisines cultivées, comme sur la route elle-même, pendant un espace de 8 lieues, toujours au milieu des terres végétales, visiblement dues à la destruction des granites; et quoique le froid se soutînt au même degré, il n'en vit plus entre Argenton, Château-Roux et Orléans : il n'en put trouver autour de Paris.

Ce savant observateur a suivi ce phénomène chaque hiver en Limousin, depuis 1763 jusqu'en 1771, et il a remarqué qu'il avait lieu dans les endroits couverts d'une certaine quantité de terre végétale, plus ou moins épaisse à la superficie des granites tendres et feuilletés qui éprouvaient un commencement de décomposition et se pénétraient d'eau jusqu'à un certain point; mais non dans les endroits où la terre végétale manquait et où le sol ne présentait que des rochers de granites, de schistes durs et solides, ou de gros sables; il n'y a remarqué alors que des couches de givre et de glace informe.

M. Desmarets n'a trouvé des filets de glace à la surface de la terre, par couches suivies et continues, qu'à la suite de pluies abondantes et soutenues pendant plusieurs jours : l'é-

paisseur était d'autant plus grande, que celle des terres qui recouvraient le sol était plus considérable, et que le froid avait pris plus brusquement.

Les couches prenaient successivement de l'accroissement pendant trois ou quatre jours seulement et n'éprouvaient plus d'augmentation quoique le froid continuât; l'accroissement se faisait toujours par la partie inférieure qui touchait la terre imbibée d'eau, de manière que ce qui était formé la veille se trouvait soulevé par ce qui se formait le lendemain (1), et d'une quantité égale aux additions, qui diminuaient sensiblement chaque jour en hauteur. Lorsque le froid restait le même, les épaisseurs restaient égales; elles n'étaient pas distinctes les unes des autres et les filets se correspondaient. Si le froid s'adoucissait pendant le jour, les produits de chaque reprise de froid pendant la nuit se trouvaient séparés par des intervalles remplis de terre ou de glace informe, et les filets prismatiques de glace ne se raccordaient plus d'une addition à l'autre : faits absolument analogues à ceux que l'auteur avait observés dans les glaçons spongieux qui se forment au milieu des sables du fond des rivières. (Voyez *Journal de Physique*, janvier 1783.)

Dès que ces couches n'augmentaient plus, elles commençaient à diminuer; on y voyait des gerçures qui les partageaient en diverses portions prismatiques; les petits prismes se détachaient les uns des autres, s'arrondissaient en se décomposant, et ne représentaient plus qu'un assemblage de petits filons d'une grande ténacité, qui disparaissaient successivement les uns après les autres.

(1) Des observations exactes ont prouvé, depuis, que ces soulèvemens devenaient quelquefois très-funestes aux blés : on ne connaît pas encore le moyen d'y remédier. G. L.

PRÉCIS D'UNE COURSE

DANS LE PAYS DU HARTZ;

PAR MM. LAMÉ et CLAPEYRON, Aspirans au Corps royal des Mines.

EN nous dirigeant vers le pays du Hartz après avoir quitté Nordheim, nous avons trouvé un terrain analogue à celui qui fait la base du mont Meisner, c'est-à-dire du grès rouge d'abord, ensuite bigarré, des indices d'un calcaire fétide superposé, et enfin des collines de gypse; arrivés à Osterode, l'aspect du pays nous a paru changer d'une manière frappante.

Osterode est au pied des montagnes du Hartz à l'ouest, sur la lisière des terrains de transition et secondaire. A quelques centaines de pas de cette petite ville sur la route de Nordheim, on voit des collines, dont les arrachemens, d'un blanc de neige, indiquent qu'elles sont entièrement formées de gypse. De l'autre côté, à la naissance de la route d'Osterode à Clausthal, on voit apparaître les premières montagnes du Hartz formées d'une grauwacke de transition, dont plusieures couches sont de véritables minerais de fer, exploités dans le village de Lerbach : on regarde ce minerai de fer oxidé rubigineux comme un indice des gîtes les plus abondans de minerais de plomb et argent; ce même terrain de grauwacke contient des couches subordonnées de schiste à aiguiser et de grünstein.

Une chose remarquable encore, c'est que le terrain de transition du Hartz n'est pour ainsi dire qu'une vaste forêt de sapins, laquelle se termine justement à la lisière du terrain secondaire, qui n'est qu'une vaste plaine cultivée, où des collines peu élevées et quelques arbres n'empêchent pas de voir les crêtes sauvages du terrain de transition. Cette singulière circonstance est une preuve frappante de la liaison qui existe entre les productions végétales et la nature des roches sur lesquelles elles croissent.

Cette différence d'aspect se remarque de quelque côté que l'on entre dans le pays du Hartz : nous avons eu occasion de le vérifier dans les environs de Goslar, de Wernigerode, d'Elbingerode et de Lauterberg, par-tout enfin où le terrain de transition disparaît sous les terrains secondaires qui l'entourent de toutes parts.

Sur le plateau de Clausthal et de Zellerfeld, on ne remarque que de la grauwacke ou du schiste argileux de transition, qui contient les filons métalliques exploités dans les fameuses mines de Dorothée, Caroline, et autres, et dont les minerais de galène argentifère sont traités à l'usine de Clausthal.

Pendant notre séjour à Clausthal, nous avons fait plusieurs descentes dans les mines, particulièrement dans les puits de Dorothée, Caroline, et Thurmrosenhof, et nous avons eu plus d'une fois l'occasion de vérifier l'extrême exactitude des détails rapportés dans l'ouvrage de M. Héron de Villefosse : il nous semblait visiter des mines que nous connaissions déjà ; cependant, malgré la haute idée que nous en avions conçue, nous avons été souvent frappés d'étonnement à la vue

des boisages des puits, des galeries, des tailles d'exploitation, des planchers nécessaires à l'exploitation des gradins, de tout l'attirail des pompes, des constructions nécessitées par l'emploi de l'eau comme moteur pour l'extraction et l'épuisement, et enfin du roulage intérieur et extérieur. Tous les détails en sont encore absolument les mêmes que dans l'ouvrage de M. Héron de Villefosse.

Nous avons aussi étudié la préparation mécanique dans les différens ateliers. Les lavages y sont pour la plupart très-imparfaits ; mais les matières mélangées ne sont peut-être pas nuisibles à la fusion et la facilitent même : d'ailleurs les hauts-fourneaux, dont on se sert dans cette contrée, nécessitent que la proportion des métaux à obtenir soit peu considérable dans la charge, en sorte qu'on serait obligé d'employer plus de substances fondantes si les schichs étaient purs. Nous nous sommes souvent demandé s'il ne serait pas plus économique de faire des lavages avec autant de perfection qu'à Poullaouen et Pesey, et de traiter ensuite les schlichs obtenus au fourneau de réverbère et même au fourneau écossais. Mais il est impossible de décider entièrement cette question sans faire d'abord de nombreuses recherches docimastiques sur les minerais eux-mêmes, sur leurs schlichs et sur les produits de leur traitement soit par la méthode usitée, soit par la méthode que l'on voudrait y introduire. Quoi qu'il en soit, la complication des mélanges qui forment les lits de première fusion, les nombreuses fontes par lesquelles passent le minerai et ses produits successifs, pour obtenir tous les métaux qu'il contient, font présumer que

les procédés français seraient préférables (1).

Nous avons étudié pareillement les procédés suivis à l'usine centrale de Clausthal, ainsi que les fourneaux que l'on emploie, et leur comparaison avec ceux décrits dans la richesse minérale nous a donné des différences remarquables.

Les premières mattes de plomb provenant de la fusion des schlichs sont toujours refondues comme autrefois, avec du nouveau schlich dans un fourneau haut; mais la seconde refonte des mattes se fait déjà comme les suivantes dans un fourneau à manche : elle se faisait autrefois dans un fourneau haut. Les dimensions des fourneaux ont été changées, pour donner une plus grande économie dans le combustible. Le fourneau à manche a été aussi modifié, pour pouvoir y traiter les mattes avec le coak; on ajoute à ce coak une certaine proportion de fruits du pin, nouveau genre de combustible qui a introduit une nouvelle économie (2). Le travail du schlich dans les fourneaux hauts ne saurait se faire avec le coak, parce que le schlich fin se logerait dans les pores du charbon et échapperait ainsi à la décomposition.

(1) Dans une comparaison semblable, il faut prendre en grande considération la *nécessité* dans laquelle on se trouve, au Hartz, de traiter ensemble, dans une usine centrale, les produits d'un grand nombre d'exploitations où la nature et la richesse des minerais et sur-tout la nature des gangues sont très-variées, circonstance bien différente de ce qui a lieu dans les usines où l'on opère sur le minerai d'un seul gîte.

(*Note des Rédacteurs.*)

(2) Dans la collection métallurgique que nous avons adressée à l'Ecole des Mines, nous avons envoyé un de ces fruits presque entièrement formé de galène régénérée dans l'intérieur du fourneau.

De Clausthal nous avons fait diverses excursions dans le pays du Hartz, entre autres à Altenau, au Brocken, d'où nous sommes revenus par Andreasberg, Lauterberg, Herzberg et Osterode.

Le voyage que nous avons fait à Altenau ne nous a présenté rien de curieux en géologie; mais nous avons étudié avec détail les travaux métallurgiques de l'usine : le traitement des minerais de plomb, d'argent et de cuivre y est absolument le même qu'à Clausthal. C'est à Altenau que l'on raffine le cuivre-rosette, opération que l'on ne fait que très-rarement, une fois au plus tous les trois mois, à cause de la petite quantité de cuivre contenue dans les minerais de cette contrée du Hartz : nous avons eu le bonheur de pouvoir suivre cette opération jusqu'au bout; le directeur de cet établissement a même eu la complaisance de la faire avancer de quinze jours, pour que nous en fussions témoins.

Auprès d'Altenau se trouve encore l'usine à fer où l'on fabrique la fonte granulée nécessaire pour le traitement des schlichs dans l'usine centrale. Le haut-fourneau dont on se sert est construit d'un grès rouge pris dans le voisinage de Blankemburg; il a 28 pieds (de Calemberg) de hauteur totale; la coupe intérieure est circulaire; le gueulard a 4 pieds de diamètre, et le vide total est formé par deux troncs de cônes; le ventre est élevé de 4 pieds et demi au-dessus du fond du creuset, et a 8 pieds de diamètre; l'ouvrage a 3 pieds de hauteur, 2 pieds de diamètre supérieur et 1 pied seulement de diamètre inférieur, en sorte que les étalages font avec la verticale un angle dont la tangente est 2. La

tuyère est inclinée de 5 degrés vers le bas, et est placée à 1 pied 2 pouces du fond du creuset; le creuset a 1 pied de large sur 5 pieds de long. Le minerai à traiter se compose de trois espèces de minerais mélangés en proportions égales, et qui sont grillés préalablement, pour pouvoir être brisés plus facilement sous le bocard à sec: ces minerais viennent du village de Lerbach ou des environs d'Altenau, où ils forment des couches dans la grauwacke de transition (1). On charge cinq fois en quatre heures; chaque charge se compose de 5 quintaux (de 116 liv. poids de Cologne) de minerai, et de 2 quintaux et demi de charbon. La machine soufflante consiste en deux caisses en bois à simple effet, qui fournissent par deux buses à la même tuyère 600 à 800 pieds cubes d'air par minute. On coule de 12 heures en 12 heures; une rigole ménagée dans le sable sur le sol de l'atelier conduit la fonte dans une cuiller percée de trous, située au-dessus d'un bassin où l'eau se renouvelle sans cesse; la fonte liquide traverse ces trous et tombe par gouttes dans le bassin. On a soin de remuer avec des ringards les grains de fonte qui sont au fond du bassin, pour empêcher qu'ils ne se réunissent avant leur parfaite solidification. On obtient ainsi, à chaque coulée, 25 à 28 quintaux de fonte; ce qui donne au moins 33 à 36 pour 100 du minerai employé. M. Héron de Villefosse se sert, dans son ouvrage, du pied de Calemberg pour unité de longueur, et du quintal de 116 livres, poids de Cologne, pour unité de poids;

(1) Voyez à la suite de ce mémoire la notice additionnelle n°. IV. (*N. d. R.*)

nous avons pris les mêmes mesures: les planches de la richesse minérale donnent le rapport du pied de Calemberg au mètre; la livre de Cologne est exactement les $\frac{4}{9}$ du kilogramme.

De l'usine d'Altenau nous sommes montés au Brocken, le point le plus élevé du groupe des montagnes du Hartz; nous en sommes descendus par le petit Brocken, et nous sommes venus passer sur la digue qui retient les eaux de la rivière de l'Oder. Le Brocken paraît entièrement composé de granite, dont les blocs souvent très-gros sont épars sur son sommet, et ne peuvent par conséquent y avoir été ainsi isolés que par la décomposition des parties environnantes. De quelque côté que l'on descende du Brocken, on traverse des terrains humides et marécageux qui décèlent l'existence de la tourbe. Le petit Brocken est composé en partie de ce *hornfels* que M. Héron de Villefosse dit être composé de feldspath et de quarz, qui ressemble assez à un pétrosilex (1). La digue de l'étang de l'Oder offre, d'un côté, un étang énorme, dont les bords ne forment qu'une seule forêt qui semble plongée dans l'eau; de l'autre côté, on voit la vallée de l'Oder, extrêmement profonde, qui donne une grande idée de la hauteur de cette digue, la plus belle que nous ayons vue dans le Hartz. Les eaux étaient alors tellement abondantes, que les dégorgeoirs de l'étang fournissaient assez d'eau pour former un torrent sur la rive gauche de la

(1) Quelques *hornfels* sont en effet des pétrosilex ou des eurites pour les minéralogistes français; d'autres, plus abondans en parties siliceuses, passent aux *quarz grenus* ou *compactes*. (*N. d. R.*)

rivière : il descendait en cascades au fond de la vallée ; ce torrent ne pouvait au plus dater que de l'époque où la digue avait été construite, et son lit était déjà très-profond, et son fond couvert de blocs arrondis. Sur la rive droite de l'Oder, est la montagne du chevreuil (*Rehberg*); sur sa pente, on a construit un canal, qui conduit l'eau de l'étang aux mines et à l'usine d'Andreasberg; le chemin que nous avons suivi pour arriver dans cette ville côtoyait le canal. La partie supérieure de la montagne offre de fréquentes coupes d'un terrain granitique, tantôt très-dur, tantôt décomposé et pulvérulent ; le sable qui provient de cette décomposition couvre le chemin ; c'est sans doute aussi ce même granite décomposé qui a servi à remplir l'intervalle entre les deux revêtemens de la digue de l'étang (*Oderteich*), où, comme le rapporte M. Héron de Villefosse, il a repris la consistance de la pierre et s'est pour ainsi dire régénéré. On obtient, en lavant ce sable et laissant déposer les eaux de lavage, une argile dont on fabrique les creusets qui servent à l'essai des minerais dans le Hartz. La partie supérieure du *Rehberg* est formée d'une couche de ce pétrosilex (*hornfels*) dont nous avons parlé plus haut ; sa superposition sur le granite se montre à chaque pas. Sur le penchant de la montagne, on ne voit que des débris ; les énormes blocs que l'on y remarque servent pour la plupart de support à des sapins, dont l'ancienneté atteste que ces blocs sont depuis long-temps dans la position qu'ils occupent ; le terreau dont ces blocs arrondis sont surmontés ne pouvant être considérable, les sapins qui y existent y meurent

lorsqu'ils ne peuvent plus étendre leurs racines : aussi rencontre-t-on à chaque pas sur ces blocs des arbres morts, dont la hauteur est en quelque sorte proportionnelle à l'étendue de ces mêmes blocs. Quelquefois les blocs changent de place, par la dégradation du terrain sur lequel ils étaient en équilibre, et en se précipitant dans la vallée, ils brisent ou déracinent par leur choc d'énormes sapins que l'on trouve couchés à côté d'eux.

A notre arrivée à Andreasberg, nous avons éprouvé un vif sentiment de joie, en voyant l'air d'aisance et de bonheur qui règne sur le visage de ces laborieux montagnards; nous avons béni l'administration paternelle qui a rendu cher aux habitans de ces forêts un sol ingrat, que la nature semblait n'avoir destiné qu'à nourrir des bêtes sauvages.

Nous nous sommes hâtés de descendre dans les mines : nous avons visité particulièrement celle dite *Samson*.

L'exploitation y est dirigée d'après les mêmes principes qu'à Clausthal ; mais le filon présente un tout autre aspect. Il est beaucoup plus resserré qu'à Clausthal ; mais cette diminution dans la puissance de la veine est compensée par la plus grande richesse du minerai qu'elle renferme ; son gisement dans un schiste argileux primitif le distingue en outre des filons de Clausthal, qui courent dans un terrain de transition (1).

Andreasberg est célèbre par les beaux minéraux que ses mines ont fournis aux cabinets ; mais cette richesse minéralogique est presque en-

(1) Voyez la notice additionnelle n°. III. (*N. d. R.*)

tièrement épuisée : ces beaux cristaux prismatiques de chaux carbonatée se trouvaient tapissant les parois d'une cavité que renfermait une portion du filon qui est actuellement entièrement exploitée. On trouve encore assez communément de beaux cristaux d'argent antimonié sulfuré ; nous avons vu ce minéral dans le filon, se distinguant, par sa belle couleur rouge, des masses de galène qui l'entourent.

Le travail métallurgique diffère peu de celui de Clausthal ; seulement la présence de l'antimoine et de l'arsenic, dont l'odeur se fait sentir au loin dans la vallée où est située l'usine, rend la coupellation plus difficile : la collection métallurgique que nous avons envoyée contient les produits les plus intéressans du travail.

En quittant Andreasberg, nous avons suivi la vallée où est située l'usine et qui conduit à Lauterberg : ce chemin nous a paru peu intéressant sous le rapport géologique. La vallée est encaissée entre de hautes montagnes de grauwacke, et il nous a été impossible de distinguer l'endroit où finit le terrain primitif d'Andreasberg et où commence le terrain de transition que nous avons suivi jusqu'à Lauterberg.

Nous étions impatiens d'arriver aux mines : quelques indications vagues qu'on nous avait données sur leur situation géologique ; la nature des minerais ; la gangue sableuse dans laquelle ils sont disséminés, nous avaient fait présumer que le gisement était analogue à celui des mines de Chessy. Nous partîmes donc de Lauterberg, et nous nous enfonçâmes dans les montagnes ; nous vîmes par-tout de la grauwacke, et il nous fut facile de voir que nous n'avions pas

quitté le terrain de transition. Arrivés à la mine, des amas de schiste argileux avec quelques points de pyrite cuivreuse, que l'on élevait du fond de l'exploitation, achevèrent de nous détromper ; il n'y a en effet aucune analogie entre le gisement des mines de Chessy et celui des mines de Lauterberg ; celles-ci sont creusées dans un filon de baryte sulfatée et de quarz, parfaitement encaissé entre des bancs de grauwacke qu'il coupe. A une certaine profondeur, le filon rencontre une couche de schiste argileux ; à son approche, le filon change de direction et devient couche.

On nous a assuré que le filon à Andreasberg se termine brusquement à une couche de schiste argileux, absolument semblable à celle qui fait dévier d'une manière si remarquable le filon de Lauterberg. A l'époque où nous avons visité ces mines, on approfondissait un puits dans la direction du filon, à travers la couche de schiste argileux, afin de la reconnaître ; on devait ensuite pousser une galerie horizontale à la rencontre du filon, et l'exploiter de bas en haut.

Le minerai est un cuivre carbonaté vert, oxidé et pyriteux ; il occupe dans le filon des bandes parallèles aux parois ; la masse n'a aucune cohésion, et s'exploite en gradins droits, les ouvriers n'ont pas d'autre instrument qu'une pelle à main. Cette nature singulière de la gangue a fait dire que le minerai était disséminé dans du sable : cette expression n'est pas juste si le mot sable entraîne l'idée d'une précipitation mécanique ; car chaque grain est cristallin, et quand on l'enlève, il laisse son empreinte dans la masse environnante.

La friabilité de la gangue, jointe à la grande puissance du filon, exige l'emploi d'un boisage très-soigné et très-dispendieux; néanmoins, dans plusieurs galeries, la poussée avait été assez grande pour faire rompre quelques pièces verticales du boisage.

On exploite d'abord une moitié du filon et l'autre ensuite. L'usine où l'on traite le minerai n'a rien de particulier.

Nous avons visité ensuite l'usine à fer de Kœnigshütte, et pris les dimensions des hauts-fourneaux.

Chaque charge se compose de 250 livres de charbon et de 500 livres de minerai sec, auquel on ajoute 4 pour 100 de scories de forge.

On fait deux coulées et 36 charges en vingt-quatre heures, et l'on obtient de 28 à 30 quintaux de fonte par semaine.

On emploie quatre espèces principales de minerai: du fer oligiste, qui vient des environs d'Andreasberg; un autre, qui vient d'Elbingerode, et qui contient beaucoup de parties calcaires; du fer hydraté, qui vient des environs de l'usine; et enfin un minerai manganésifère, qui vient d'Ilefeld: celui-ci rend, à l'essai, 75 pour 100 de fonte (1).

De Kœnigshütte à Hertzberg et à Osterode,

(1) A Kœnigshütte et dans les autres usines à fer du Hartz, où l'on fond ensemble beaucoup de variétés différentes de minerais, on prépare, comme dans les usines à plomb et argent, de grands tas de fusion (*beschickung*) formés de lits alternatifs des divers minerais et des fondans; ceux-ci sont des scories d'affinerie, des calcaires plus ou moins chargés de fer oxidé, et du spath fluor, dont on exploite pour cet objet un filon près de Lauterberg. (*N. d. R.*)

nous avons marché sur la lisière qui sépare les terrains secondaires des terrains de transition: à droite nous voyons les montagnes sauvages du Hartz, recouvertes de sombres forêts; à gauche, s'étendaient de belles plaines légèrement ondulées, qui présentaient dans leurs arrachemens tantôt un calcaire secondaire ancien, tantôt un gypse d'une blancheur éclatante.

Nous avons visité à Osterode une usine dans laquelle on granule le plomb, cette opération ne nous a présenté rien de particulier: on y fabrique aussi du blanc de plomb, d'après l'ancienne méthode usitée en Hollande. Le carbonate de plomb obtenu par cette méthode est d'un blanc sale, et compromet la santé des ouvriers employés à le détacher du plomb laminé sur la surface duquel il se trouve.

A notre retour à Clausthal, nous avons visité de nouveau les mines et les usines tant de la ville que de ses environs; nous sommes allés à Lauthental, où le minerai de plomb argentifère se trouve allié à une quantité notable de blende. Pour mettre à même de juger de l'influence que cette substance exerce sur la nature des produits, nous avons recueilli une collection métallurgique.

La présence de la blende avait engagé autrefois à griller 90 pour 100 du schlich avant la première fonte, on a renoncé depuis peu à cet usage; nous avons vu les ruines du fourneau de réverbère où s'opérait autrefois ce grillage. (1)

(1) Ce fourneau est représenté sur la planche 52 de l'atlas *de la Richesse minérale*. (*N. d. R.*)

On traite encore à Lauthental un cuivre pyriteux sans argent ; on le grille et on le fond ensuite avec les scories de la deuxième fonte, on grille la matte et on la fond avec les scories de la première fonte ; après trois fusions, on obtient tout le cuivre noir : la matte qui reste se fond avec le schlich d'une autre série d'opérations.

Nous avons quitté Clausthal pour aller visiter la fameuse mine du Rammelsberg, près de Goslar, la seule où l'exploitation par le feu ait été conservée ; nous avons pris une route un peu détournée, qui nous a présenté de nombreux points géologiques. Nous sommes sortis par Zellerfeld, petite ville qui n'est séparée de Clausthal que par une espèce de faubourg, et nous avons gagné à travers le bois la petite rivière de Schul, qui nous a conduits dans la vallée de l'Ocker, que nous avons suivie jusqu'à la montagne, au pied de laquelle est situé Goslar.

Le ruisseau qui fournit l'étang du Schul coule au pied du Schulenberg, où nous avons vu les haldes d'une mine de galène jadis exploitée, située, comme les mines des environs de Clausthal, dans une grauwacke de transition.

Entrés dans la vallée de l'Ocker, nous avons remarqué que le schiste devenait en apparence plus compacte et plus dur ; il avait tout-à-fait l'aspect et les caractères d'un schiste siliceux primitif dans les strates voisines du terrain calcaire qui lui est inférieur. Ce calcaire est d'un bleu peu coloré, singulièrement veiné de quarz, qui lui donne une structure tout-à-fait entrelacée ; dans certains endroits, la partie calcaire

s'est décomposée et a laissé à la surface de la roche une multitude de cellules formées par le quarz resté en saillie, qui par sa dureté a échappé à cette décomposition : les blocs de cette roche, précipités au fond de la vallée, présentent à un tel point cet aspect cellulaire, qu'on est tenté de les approcher jusqu'à pouvoir les toucher, pour s'assurer qu'ils appartiennent au règne minéral. Les montagnes qui bordent la vallée sont extrêmement escarpées, et offrent une étendue assez considérable d'une même couche de ce calcaire décomposé, dont l'arrachement est vertical, et quelquefois même incliné en sens contraire de la pente de la montagne. Au-dessus de ce calcaire on trouve, à stratification concordante, du schiste siliceux, situé sur une roche absolument semblable à cette roche feldspathique (*hornfels*), qui fait partie du terrain primitif que l'on trouve en allant du Brocken à Andreasberg ; plus bas enfin le granite apparaît, il se transforme même en gneiss, à la sortie de la vallée de l'Ocker.

La position de ces différens terrains a donné lieu à des discussions parmi les géologues allemands : les uns ont regardé le calcaire comme de transition, puisqu'il faisait suite au terrain de grauwacke, et paraissait concorder avec lui ; d'autres admettent comme primitif le *hornfels* et par suite le schiste siliceux supérieur, et remarquant une grande ressemblance entre ce schiste primitif et celui qui forme les dernières couches de la grauwacke, ont aussi admis ce dernier comme primitif, et par suite le calcaire intercalé ; il y en a même qui, voyant le granite apparaître sur le sommet des montagnes,

avec des fissures horizontales, pensaient que le calcaire lui était inférieur : le professeur Hausmann, dans un de ses voyages géologiques, a examiné la chose de plus près, et a assigné la véritable place de ces roches. Le granite est réellement la base de toutes.

Le granite présente dans cette contrée des particularités singulières. Comme à l'ordinaire, il n'est pas divisé en couches ; mais on y distingue des systèmes de fissures, dont l'un est parallèle à l'horizon, et les autres sont presque verticaux, ce qui partage la masse de granite en blocs presque cubiques. Les angles solides de ces blocs ont été arrondis par le temps, et leurs dimensions ont diminué. Séparés ainsi les uns des autres, ils ressemblent à des piliers ou aux ruines d'un ancien édifice qui aurait autrefois existé sur la crête de ces montagnes. Suivant que les blocs supérieurs ont diminué de dimension horizontale plus que les inférieurs, ou moins qu'eux, les piliers représentent des troncs de pyramides posés sur leur plus petite ou leur plus grande base ; la plupart de ces colonnes ont été renversées, et toute la pente de la montagne est couverte de leurs débris. Les racines des arbres qui croissent sur ces blocs circulent autour d'eux, s'étendent au loin, et leur servent de lien; il y a des endroits où elles en soutiennent à une hauteur d'où ils tomberaient évidemment s'ils étaient libres. Il semble aussi que les racines de ces arbres, en grossissant avec l'âge, ont été une des principales causes de la chute des blocs, par l'effort qu'elles exerçaient entre eux.

Quoique les géologues allemands soient maintenant assez d'accord sur la position relative des

roches que nous venons de décrire, ils n'ont cependant pas pu décider si le calcaire est primitif ou de transition. Malgré cette incertitude, cette contrée n'en est pas moins une des plus intéressantes à étudier, pour le passage géologique des terrains de transition aux terrains primitifs. On pourrait en conclure ce que plusieurs observations sur d'autres contrées ont déjà fait conjecturer, qu'il n'y a aucune ligne de démarcation entre eux (1).

Arrivés à Goslar, nous sommes descendus dans les mines du Rammelsberg; l'exploitation est ouverte au pied d'une montagne dont les arrachemens présentent de nombreuses couches de grauwacke (2). Cette mine a un aspect tout différent de celui que présentent les autres mines du Hartz. Le minerai y forme de grandes masses qui s'étendent presque parallèlement aux couches; c'est un mélange de plomb sulfuré et de cuivre pyriteux tellement compacte, que l'on a été obligé de renoncer pour l'exploitation à l'emploi de la poudre : on y a substitué l'action du feu. On pratique de vastes chambres, au milieu desquelles on élève un bucher; on y met le feu, en un instant la fumée et la flamme s'élèvent. Arrivés au plafond, elles s'étendent horizontalement et portent à un haut dégré de chaleur toutes les parties voisines de la roche : elle éclate en mille endroits, des fragmens tombent de toutes parts, et ce qui

(1) Voyez la notice suivante n°. II. (*N. D. R.*)

(2) Le gîte de minerais du Rammelsberg est situé dans un terrain de schiste qu'on a long-temps regardé comme primordial. Le terrain de grauwacke recouvre le précédent et se montre seulement à la partie supérieure de la montagne. (*N. d. R.*)

reste en place, fendillé et désuni, s'enlève sans effort. En se plaçant du côté d'où vient le courant d'air nécessaire à la combustion; on observe sans incommodité ce beau spectacle (1).

Cette exploitation remarquable est la plus ancienne du Hartz ; l'architecture gothique des voûtes en ogives, qu'on remarque à l'entrée des galeries, atteste que cette mine fournit depuis plusieurs siècles des richesses qui paraissent encore inépuisables.

Depuis Goslar jusqu'à Ilsenbourg, la campagne fertile qui entoure le Hartz offre peu de prise aux recherches géologiques. Aussi, arrivés à Ilsenbourg, nous ne pûmes nous résoudre à suivre constamment le pied des montagnes ; le temps était beau, et nous nous dirigeâmes vers le Brocken : nous ne vîmes sur la route que du granite. En descendant le lendemain de la montagne, nous suivîmes ce terrain jusqu'à quelque distance de Rothehütte : là, il disparaît sous un schiste très-siliceux ; viennent ensuite des espèces de *Grünstein* et des schistes argileux verdâtres. Arrivés à Rothehütte, nous vîmes les fondations de deux hauts-fourneaux que l'on y construit ; ils sont adossés à une colline dont la coupe nous présenta des couches inclinées de grauwacke: en remontant par la route qui conduit à Elbingerode, nous vîmes un calcaire d'un blanc sale, que sa cassure luisante pourrait faire confondre avec du quarz grenu. De là jusqu'à Rübeland et au-de-là, on voit partout des indices

(1) Voyez la planche 18 de l'atlas *de la Richesse minérale*, et le texte de cet ouvrage, tome II, page 298 et suivantes. (*N. d. R.*)

d'un terrain calcaire. Nous y visitâmes la grotte de *Baumanshœhle*, tapissée de stalactites peu remarquables. Nous suivîmes le cours de la rivière de Bode jusqu'à une carrière de marbre ouverte dans un calcaire ancien, que nous vîmes un peu plus loin alternant avec un schiste argileux à couches presque verticales.

Depuis là jusqu'au Rostrapp, le terrain change d'aspect : les forêts ne sont plus uniquement composées de sapins, la culture du blé commence à s'étendre, les roches paraissent d'un âge plus récent; nous vîmes pourtant, à peu de distance du Rostrapp, un terrain de grès schisteux blanc à couches presque verticales, qui nous parut se rattacher à des formations plus anciennes.

A notre gauche, le terrain commençait à prendre un aspect plus sauvage : des montagnes commençaient à s'élever et étaient couronnées d'épaisses forêts; un peu plus loin, elles cessaient tout à coup : nous nous dirigeâmes vers cette extrémité. Nous fûmes étonnés de voir une profonde vallée, creusée au milieu de ces montagnes: un ruisseau y serpente péniblement au milieu de blocs de granite arrondis; il semble avoir choisi, parmi toutes les montagnes qui gênent son cours, la plus élevée, pour se frayer un passage à travers. Ce fait nous parut se rattacher à un autre fait observé plus en grand dans d'autres pays, c'est que lorsqu'un fleuve traverse un pays de montagnes, très-souvent il a creusé son lit dans l'endroit le plus élevé de la chaîne, et parallèlement à sa direction.

Le Rostrapp est l'un des points de vue les plus remarquables du Hartz : lorsqu'on s'élève

sur la montagne qui domine la vallée, un beau pays cultivé s'étend au loin sous vos yeux ; mais le ruisseau fait un coude, et l'on se trouve transporté comme par enchantement dans l'endroit le plus sauvage de la nature. Le Rostrapp est une pointe de roche de granite, qui s'avance au milieu dans la vallée; ses bords sont taillés à pic, et ses flancs déchirés font voir le terrain primitif le mieux caractérisé. Non loin de là, on voit des grünsteins, et de nombreux filons de quarz courent au milieu des roches; en redescendant par la vallée, et s'avançant vers le pays cultivé, on voit le granite disparaître sous la grauwacke, qui elle-même se cache bientôt sous les sables qui entourent le Hartz de ce côté. Ces terrains sablonneux s'étendent dans tout le nord de l'Allemagne, et dans les parties contigues de la Pologne et de la Russie, jusqu'à la Finlande.

NOTICES
SUR LE HARTZ,

PAR M. DE BONNARD,
Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

I. *Aperçu physique du Hartz* (1).

EN considérant le Hartz géologiquement, on peut regarder les terrains dont il est formé comme se rattachant à la grande zone de terrain schisteux, qui se dirige de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, depuis le nord de la France, à travers le nord de l'Allemagne ; mais la continuité de cette zone souffre, au moins à la surface du sol, une interruption considérable en Westphalie, et sous tous les rapports le Hartz forme un groupe de montagnes isolées au milieu de terrains de formation plus moderne. Ce groupe, qui présente une forme allongée du nord-ouest au sud-est, est compris entre 27d 50′ et 29d de longitude (2), et entre 51d 33′ et 51d 56′ de latitude. Sa plus grande longueur est d'environ 22 lieues, de Seesen à Friederich'srode, et sa largeur de 8 lieues, entre Wernigerode et Walken-

Le Hartz est un groupe de montagnes isolé.

Sa forme et sa position géographique.

(1) Une grande partie des indications que renferment cette notice et les suivantes peut être vérifiée sur la belle carte du Hartz, qui forme la planche 2 de l'atlas *de la Richesse minérale* de M. Héron de Villefosse.

(2) Les montagnes formées de terrains de transition se prolongeant vers le sud-est jusqu'à 29° de longitude, je crois devoir reculer ainsi la limite orientale du *Hartz* un peu au-delà de la limite de la carte de M. Héron de Villefosse.

ried. Le Brocken, la plus haute sommité du Hartz et de tout le nord de l'Allemagne, est élevé, d'après les observations barométriques de M. de Villefosse, de 1132 mètres au-dessus du niveau de la mer Baltique. La pente des montagnes du Hartz, rapide vers le nord, est en général douce vers le midi, et sur-tout vers le sud-est.

Rameaux de montagnes qui divergent sur le Hartz.

Plusieurs petites chaînes, ou rameaux de montagnes généralement plus élevées que les autres, partent du Brocken comme centre, et divergent en différens sens sur le Hartz. Il faut remarquer principalement les deux qui forment la ligne de partage des eaux, et qui se dirigent l'une vers le nord-est, l'autre vers le sud du Brocken. A l'est de cette crête, les eaux coulent vers l'Elbe par plusieures petites rivières, dont la plus considérable est la Bode; à l'ouest, les eaux coulent vers le Weser, soit au midi par la Sœse et l'Oder, qui se réunissent pour se jeter dans la Leyne, soit au nord par l'Innerst et l'Ocker. On doit également distinguer le rameau des *Lerchen Kœpfe*, qui, partant du flanc occidental du Brocken, et situé entre la vallée de l'Ocker et celle de la Radau, se dirige vers le nord-ouest; et surtout celui du *Bruchberg*, dont le point de départ semble être le même que celui du précédent, et qui, dirigé au sud-ouest, sépare les vallées de la Sieber et de la Sœse, et forme une sommité presque continue depuis le Brocken jusqu'aux environs de Hertzberg, où elle s'abaisse vers la plaine. Ces petites chaînes sont en général élevées de 7 à 9 cents mètres au dessus de la mer.

Plateaux.

Deux plateaux principaux assez unis doivent aussi être remarqués sur le Hartz: l'un, à l'ouest

du Brocken, comprend les villés de Clausthal et Zellerfeld ainsi que leurs environs; son élévation générale est de 580 mètres; l'autre vers l'est, comprend les contrées d'Elbingerode et de Hüttenrode, il est de 50 mètres moins élevé. Sur celui-ci, on trouve des champs cultivés, on y recueille du seigle et de l'avoine; sur l'autre, on commençait en 1806 à cultiver des pommes de terre autour de Clausthal. Ce dernier est encore remarquable par les belles prairies dont il est couvert, qui fournissent abondamment un excellent foin, et sont pour la plupart à deux coupes. Les vallées qui sillonnent les deux plateaux sont peu profondes.

Aspect du sol. Forme générale des montagnes.

Le reste du Hartz est en général sans aucune culture, excepté dans la partie du sud-est, où le sol est beaucoup moins élevé; et les flancs des montagnes y sont couverts de forêts de sapins, ou de terrains vagues, qui ne sont autre chose que d'anciennes forêts détruites, soit par des incendies ou des ouragans, soit par les ravages d'un insecte appelé *borken kœfer* (*dermestes typographus?*), soit par l'incurie avec laquelle les bois étaient jadis exploités dans un climat dont l'âpreté rend de nombreuses précautions nécessaires pour la reproduction des forêts. On trouve quelques prairies seulement dans le fond des vallées, qui ont peu de largeur. Les pentes des montagnes, quoique rapides, sont assez uniformes et sans escarpemens remarquables, dans le terrain de grauwacke dont la plus grande partie du Hartz est formée: il n'en est pas de même dans les parties granitiques; et les vallées de la Bode, de l'Ilse et de l'Ocker offrent des points de vue aussi pittoresques que

variés, qui rappellent les sites des pays des hautes montagnes. Sans y apercevoir une différence aussi frappante, on remarque cependant la profondeur et la rapidité des pentes des vallées de l'Oder et de la Sieber, et de leurs affluens, c'est-à-dire des environs d'Andreasberg, contrée placée entre les deux rameaux principaux du midi que nous avons indiqués, mais formée d'un terrain de schiste et de quarz, qui est différent du terrain de grauwacke, et regardé comme de formation plus ancienne.

Au nord et au nord-est, les montagnes du Hartz sont comme coupées presqu'à pic, et l'on observe à peine quelques collines dans les plaines riches et étendues de Blankenburg et de Halberstadt, de Goslar et de Wolfenbüttel; vers le sud, où la pente est beaucoup moins rapide, c'est aussi un pays de plaines ou de collines basses qui se présente au pied du Hartz. Au sud-est au contraire, les montagnes ne s'abaissent que peu-à-peu, et les collines qui constituent le pays de Mansfeld peuvent être regardées comme la suite des montagnes du Hartz.

II. *Sur l'ancienneté relative des terrains du Hartz.*

Nature des terrains du Hartz.

Lorqu'un groupe de montagnes est formé, comme le Hartz, en partie de granite, en partie d'autres terrains cristallins et durs et de schistes argileux ou siliceux qui ne contiennent pas de vestiges de corps organisés, en partie des variétés de psammite et de poudingue connues sous le nom de *grauwacke*, alternant avec un phyllade plus ou moins micacé (*grauwacken schiefer*),

l'un et l'autre contenant des empreintes de végétaux et de coquilles, en partie enfin de terrains calcaires, qui semblent entièrement composés de madrépores et qui se présentent liés avec les deux terrains précédens, on est naturellement porté à regarder le granite comme constituant le noyau de tout l'ensemble; les diabases crystallines, les euphotides, les *hornfels*, les quarzites, les schistes durs et sans fossiles, comme suivant immédiatement le granite dans l'ordre d'ancienneté et comme appartenant avec lui aux formations primordiales; enfin on pense que les grauwackes, les phyllades micacés et les calcaires, dont la place est généralement bien déterminée parmi les terrains intermédiaires, doivent être superposés aux autres terrains.

Opinion générale sur leurs rapports d'ancienneté.

Tel est en effet l'opinion admise depuis longtemps relativement aux terrains du Hartz, et indépendamment des analogies générales qui peuvent porter à la concevoir, l'observation locale fournit un assez grand nombre de faits pour l'appuyer. En partant du Brocken et se dirigeant vers le nord ou le nord-est, c'est-à-dire dans l'espace compris entre cette montagne et les villes de Neustadt, Ilsenburg et Wernigerode, on ne trouve guère, outre le granite, que ces terrains cristallins et durs qui sont regardés comme primordiaux; et en plusieurs endroits on peut conclure de leur disposition qu'ils sont immédiatement appuyés sur le granite central. En se dirigeant du Brocken vers le sud, on retrouve jusqu'aux environs d'Andreasberg des terrains analogues, avec des schistes et des jaspes schistoïdes, qui ne présentent aucune trace d'êtres organisés, et quelquefois encore on les

Faits qui appuient cette opinion.

voit superposés au granite; ailleurs on peut conclure une superposition semblable de l'inclinaison des couches schisteuses. En s'avançant davantage vers le sud, on voit que les terrains réputés primordiaux sont évidemment recouverts par des terrains de grauwacke. Enfin dans toute la partie orientale du Hartz, on remarque une inclinaison générale des couches du terrain de grauwacke vers le sud-est, qui peut porter à le considérer comme reposant sur le granite du Brocken, ou sur les autres terrains précédemment observés.

Les minéralogistes qui ont habité ou visité le Hartz jusqu'à ces derniers temps, ont pu concevoir des idées un peu différentes l'une de l'autre, relativement à l'ancienneté des terrains de *hornfels*, de quarzite, ou de schiste dur des environs d'Andreasberg; mais ils se sont accordés à reconnaître la primordialité du granite, et son antériorité par rapport à tous les autres terrains qu'ils regardent comme lui étant superposés. M. Hausmann, qui a publié en 1807 une description géognostique du Hartz extrêmement instructive (1), a non-seulement énoncé la même opinion; mais il paraît, d'après le dire de MM. Lamé et Clapeyron, qu'il la conserve, après des observations postérieures entreprises dans le but de la vérifier. Revêtue de cette nouvelle et imposante sanction, cette manière de voir doit paraître mériter toute confiance. Cependant une idée tout-à-fait différente se propage

(1) *Geognostiche Skizze von Süd-Nieder-Sachsen*, insérée dans le n°. 2 du *Nord-Deutsche Beytræge zur Berg und Hüttenkunde*. Brunswick 1807.

depuis quelques années parmi les géologues allemands, et il me semble intéressant de la faire connaître. Elle a été émise très-succinctement, en 1811, par M. de Raumer, dans ses *Fragmens géognostiques*; M. Schulze l'a adoptée dans un mémoire sur le Hartz, inséré dans l'*Annuaire minéralogique* de M. Leonhard pour 1815; depuis, cette opinion a été défendue et combattue dans plusieurs ouvrages allemands que je ne connais pas (1). Je m'appuierai en conséquence principalement, dans les indications suivantes, sur mes propres observations, par lesquelles j'avais été conduit, dès 1806, à concevoir une opinion analogue; mais je me bornerai à exposer *des doutes*: l'extrême réserve qu'on doit toujours s'imposer quand on veut tirer une conséquence quelconque d'observations géognostiques, est impérieusement commandée sur-tout, quand cette conséquence est opposée à une opinion soutenue par M. Hausmann.

Opinion différente.

C'est particulièrement en étudiant la partie occidentale du Hartz, qu'on peut parvenir à douter de la primordialité du granite du Brocken. Il faut d'abord remarquer que dans tout le Hartz, et spécialement dans tout le terrain de grauwacke qui constitue au moins les trois quarts de la masse des montagnes, on reconnaît aux couches une direction générale vers l'est-nord-est, et une

Faits qui l'appuient.

Stratification générale des terrains du Hartz.

(1) Dans un mémoire fort intéressant, inséré dans l'*Annuaire minéralogique* de M. Leonhard, pour 1821, et qui ne m'est parvenu que postérieurement à la rédaction de ces notices, M. Germar combat l'idée du peu d'ancienneté du granite du Hartz, qu'il regarde comme étant bien de formation primordiale.

inclinaison également générale vers le sud-sud-est, qui ne souffrent que peu d'exceptions locales. On a vu, dans la notice précédente, que l'ensemble des montagnes du Hartz avait une forme allongée du nord-ouest au sud-est : ainsi la direction générale des couches est presque perpendiculaire au sens dans lequel le groupe est allongé. Le Brocken est situé un peu à l'ouest de la ligne qui formerait le petit axe de cette espèce d'ellipse grossière, et au nord-nord-ouest du centre. Autour du Brocken, l'ensemble des terrains regardés comme de formation primordiale remplit à-peu-près un espace triangulaire, qui aurait pour base la limite nord du Hartz, depuis l'usine d'Ockerhütte (une demi-lieue à l'est de Goslar) jusqu'à la ville de Wernigerode, et dont le sommet serait placé un peu au midi de la ville d'Andreasberg. Au sud-est de cet espace triangulaire, les mêmes terrains et le granite reparaissent en plusieurs endroits, au milieu des formations reconnues comme intermédiaires; mais dans toute la partie de l'ouest et du nord-ouest, on ne trouve aucune trace de ces terrains présumés primitifs, si ce n'est dans le prolongement du rameau du *Bruchberg* à l'ouest d'Andreasberg, un peu en dehors du triangle. Or, d'après l'inclinaison générale de la stratification vers le sud-est, cette partie occidentale est précisément celle dont les couches paraissent plonger au-dessous de toutes les autres, et en beaucoup de points elles semblent s'enfoncer sous le terrain granitique qui est situé plus loin. Je sais à quelles erreurs l'on s'expose en voulant conclure une superposition de terrains uniquement d'observations de ce genre, et lorsqu'en

Les couches de grauwacke semblent quelquefois plonger sous le granite.

aucun point la superposition directe n'a été constatée; mais il faut se souvenir que cette inclinaison générale vers le sud-est, observée dans toute la partie orientale du Hartz, est un des faits dont on s'appuie pour établir l'ancienneté des terrains cristallins, relativement aux terrains de grauwacke de cette partie du groupe; et il est au moins bien remarquable que, sur la limite occidentale de ces terrains réputés primordiaux, on ne voit nulle part le terrain de grauwacke avec l'inclinaison vers l'ouest, qui indiquerait sa superposition, tandis qu'en beaucoup de localités, au contraire, il manifeste une pente opposée. Dans la partie orientale, où le granite se montre en plusieurs endroits, au milieu de terrains reconnus pour intermédiaires, on n'a même indiqué nulle part, dans les couches de ceux-ci, la variété d'inclinaison qui dénoterait leur apposition autour des différens noyaux granitiques: cette inclinaison reste à-peu-près constamment la même (1).

Nulle part le granite ne fait varier l'inclinaison de la grauwacke.

(1) M. Germar exprime dans son mémoire l'opinion que les couches des terrains schisteux du nord de l'Allemagne et en particulier du Hartz, ayant une direction générale de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., ne doivent pas être dérangées dans leur allure par les masses saillantes des terrains cristallins plus anciens qu'elles rencontrent; qu'ainsi elles ne peuvent pas offrir autour de ces masses primordiales la variété de pente, qu'on exigerait à tort comme preuve de leur superposition, et qu'elles doivent se présenter inclinées vers le granite, à l'ouest et au nord des montagnes granitiques, comme on le remarque dans le Hartz, sans qu'on puisse induire de cette disposition aucune probabilité de formation contemporaine. La force de ce raisonnement me semble bien diminuée par l'observation de la montagne de l'Iberg, où, ainsi qu'on le verra tout-à-l'heure, le terrain de grauwacke présente des

Les terrains d'Andreasberg ont la même stratification.

Les terrains de schiste dur et de jaspe schistoïde (*kieselschiefer*) des environs d'Andreasberg, que l'on considère également comme de formation primordiale, paraissent bien en quelques points, immédiatement appuyés sur le granite, ou sur le *hornfels* qui recouvre le granite; mais leur inclinaison générale, ainsi que celle qu'on peut reconnaître aux terrains de quartzite du *Bruchberg*, est à-peu-près celle des terrains de grauwacke qui sont situés à l'ouest du *Bruchberg*, et qui sembleraient par conséquent devoir aussi leur être inférieurs. Dans la partie orientale du Hartz, M. Schultze indique des terrains semblables, qui lui ont paru être de formation contemporaine aux terrains de grauwacke, et offrir avec ceux-ci plusieurs passages et mélanges. Mais plusieurs observations locales tendent également à faire douter de l'antériorité constante du granite du Hartz, relativement aux autres terrains que l'on a regardés avec lui comme primordiaux.

Le granite semble aussi stratifié.

En remontant la vallée de l'Ilse, on trouve à une lieue d'Ilsenburg des rochers escarpés de granite, connus sous le nom d'*Ilsensteinsklippe*: situés en face l'un de l'autre, des deux côtés de la vallée, qui se rétrécit à leur approche et se rélargit au-dessus d'eux, ils semblent faire partie d'une couche de granite située au milieu de terrains différens qui ont moins ré-

inclinaisons très-différentes sur les différentes faces du terrain calcaire intermédiaire; et il paraît assez difficile de concevoir comment des masses primordiales n'ont pas produit sur les couches de terrains de transition autant d'effet que des masses calcaires à peine antérieures à ces couches.

sisté à l'action des eaux. Depuis long-temps Lasius a fait connaître que ces rochers montraient des indices très-marqués d'une stratification parallèle à la stratification générale des terrains du Hartz. En remontant la vallée davantage, on trouve des terrains schisteux et qnartzeux avec la même stratification; plus haut encore, on retrouve le granite.

Aux rochers de *Rosstrapp*, situés à l'extrémité orientale du Hartz, sur les bords de la vallée de la Bode, il m'a semblé reconnaître également au granite une stratification assez déterminée, et une inclinaison générale des couches vers l'est. J'y ai vu aussi des couches de quartz, de diabase schistoïde et d'une espèce de micaschiste, qui m'ont paru alterner avec les couches granitiques. M. Schultze indique une stratification générale, au moins comme apparente, dans les nombreux rochers grauitiques des *Hohneklippe*, à l'est du Brocken. Le même observateur a reconnu au pied du *Ramberg*, montagne de grauite située à une lieue au sud-sud-est de Rosstrapp, une couche de grauite intercalée dans un terrain de jaspe schistoïde et d'argilolite (*kieselschiefer* et *thonstein*).

Le granite alterne quelquefois avec d'autres terrains.

Sur le mont *Adenberg*, au nord du Hartz, à l'extrémité du rameau des *Lerchen kœpfe*, sur la rive droite de l'Ocker, j'ai reconnu une couche de granite distinctement encaissée entre les couches de quartzite et de jaspe schistoïde dont la montagne est formée. Sur le *Sandbrink*, qui fait partie de la même chaîne, M. de Raumer indique le granite comme étant mélangé avec le *hornfels*. On retrouve ce mélange, par petites couches alternatives, à la montagne du

Rehberg, où cependant, en définitive, le *hornfels* recouvre le terrain granitique. Au nord-ouest du Brocken, dans les montagnes qui bordent la Radau, et qui sont entièrement formées d'euphotide (long-temps désigné là sous le nom de *grünstein* ou de trapp primitif), on a reconnu plusieurs bancs de granite intercalés dans ce terrain (1).

(1) M. Germar décrit le gisement de ces couches granitiques : elles sont, dit-il, dirigées du sud au nord et inclinées vers l'est. Le terrain d'euphotide qui les renferme ne présente pas de stratification déterminée ; cependant l'auteur regarde les gîtes de granite comme formant évidemment des couches ou *bancs* (*lager*), et il tire de leur allure différente de celle des couches de grauwacke, une induction de plus contre l'identité d'ancienneté des deux formations. Il appuie encore cette idée sur ce que, dans tout le Hartz, les masses granitiques lui ont paru allongées du sud au nord, et par conséquent dans une direction transversale à celle des terrains intermédiaires. Il pense que ces masses granitiques du Hartz correspondent à celles de même nature qui sont situées dans le Thüringer-Wald, à-peu-près sous les mêmes méridiens.

Je ne crois pas que le terrain de granite qui constitue la masse du Brocken et de ses environs, puisse être regardé comme beaucoup plus allongé du nord au sud que de l'est à l'ouest ; mais il est vrai qu'à l'extrémité orientale du Hartz, le granite de la Rosstrapp offre des indices de couches qui pendent vers l'est, et que les trois masses granitiques de Rosstrapp, du Ramberg et de l'Auerberg (sur-tout la première et la troisième) sont situées à-peu-près au midi l'une de l'autre. Je ne sais si cette circonstance suffit pour confirmer la manière de voir de M. Germar : quant à ses idées sur la correspondance des terrains granitiques du Hartz et du Thüringer-Wald, il ne les donne que comme un aperçu qui n'est pas fondé sur des observations précises. Ne connaissant pas le Thüringer-Wald, je ne puis appuyer ni combattre ce rapprochement, bien différent de celui que je vais indiquer ; je ferai seulement observer qu'il me paraît opposé aux idées reçues sur la disposition générale en Europe, soit des terrains de même nature, soit

Syénites et protogynes.

Rappelons ici que plusieurs des roches des terrains granitiques du Hartz sont de véritables syénites, que quelques autres sont des protogynes, et qu'on s'accorde assez à penser que les protogynes et les syénites appartiennent souvent aux terrains intermédiaires.

Autres indications et analogies.

Rappelons encore, avec M. de Raumer, que les environs de Dohna en Saxe, nous ont offert, au-dessus d'un terrain schisteux contenant des couches de grauwacke, des roches analogues à celles qui accompagnent le granite du Hartz, entre autres le *hornfels*, enfin le granite lui-même. Ajoutons que, parmi les minéralogistes qui habitent le Hartz, il en est plusieurs qui, tout en croyant à la primordialité du granite, ne regardent pas les *hornfels*, les quartzites du Bruchberg et les schistes d'Andreasberg, comme de formation primitive (1). Rappelons enfin que M. Freiesleben a cru reconnaître des fragmens de gneiss dans le granite du Brocken (2).

Direction générale des couches dans le nord de la France et de l'Allemagne

La direction générale des couches, de l'ouest sud-ouest à l'est-nord-est, est reconnue maintenant, sinon tout-à-fait constante, au moins bien générale pour les terrains anciens du nord de la France, de la Belgique et du nord de l'Allemagne. J'ai indiqué ailleurs (3) un exemple

des grandes lignes de terrains élevés, de terrains bas, de lacs et de mers intérieures, dans une direction très-différente.

(1) M. Germar a observé près d'Andreasberg, à l'ancienne mine de *Glückauf*, un *grauwacken-schiefer* bien caractérisé. Il pense aussi que tout le terrain schisteux de ce canton n'est pas de formation primordiale, mais contemporaine de celle des terrains de grauwacke du reste du Hartz.

(2) Voyez *Géognosie* de Reuss, t. 2, p. 211.

(3) Aperçu des terrains houillers du nord de la France, etc. *Journal des Mines*, N°. 156, pag. 418 et suiv.

de ce fait dans la grande zone des terrains houillers de la Belgique, et j'ai fait observer que si l'on prolongeait vers l'ouest la ligne tirée sur une carte de Liége à Valenciennes, ligne qui indique assez exactement cette direction générale, cette ligne passerait en Normandie très-près du bassin houiller de Litry. Plus loin encore, à l'extrémité de la Bretagne, le terrain houiller de Quimper est situé peu au-dessous de la même ligne. J'ai de plus signalé, au moins comme une circonstance extraordinaire, la position des deux bassins houillers de Sarrebrück et de Montrelais (les premiers qu'on connaisse au sud de la ligne précédente), sur une autre ligne à peu-près parallèle à la première. J'indiquerai aujourd'hui un autre fait du même genre, qui se rattache à l'objet de la présente notice, et qui me paraît également digne d'attention.

Dans cette direction le granite du Hartz semble correspondre à celui du Cotentin.

On sait qu'il existe un terrain granitique dans le département de la Manche, au nord de la presqu'île du Cotentin; on sait que ce terrain renferme des granites, des syénites et des protogynes, et que les observations de MM. Brongniart et Omalius d'Halloy, portent à regarder le tout comme de formation contemporaine aux terrains de quartzite grenu et de schistes du Cotentin et de la Bretagne, dont quelques-uns renferment des débris de corps organisés. On sait enfin que ce terrain granitique constitue vers l'est les caps les plus septentrionaux du Cotentin; tandis que, sur la côte occidentale, on le trouve seulement un peu plus au sud, de manière à manifester aussi un indice de direction de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, parallèle à celle des terrains schisteux de la

même contrée. Or si l'on tire une ligne droite sur une carte, depuis les montagnes granitiques du Hartz jusqu'aux caps granitiques situés à l'est de Cherbourg, cette ligne prolongée traversera le Cotentin dans la direction de la bande granitique de ce pays, et de plus elle sera, à très-peu de chose près, parallèle à la ligne indiquée ci-dessus comme direction générale des terrains houillers de la Belgique. Il est convenable de faire remarquer ici que le Cotentin et le Hartz sont, sur cette direction générale, les deux points les plus septentrionaux où le granite se montre au jour dans toute la partie de l'Europe située au midi de la Manche et de la mer Baltique, et qu'on ne retrouve ce terrain nulle part dans l'intervalle qui les sépare; mais que des buttes de porphyre granitoïde, isolées au milieu des terrains schisteux du Hainaut, se présentent à très-peu de distance de la ligne qui joindrait ces deux points granitiques (1).

Conclusion. Doutes sur la primordialité du granite du Hartz.

Sans prétendre tirer de ce fait, considéré isolément, des conséquences qui seraient au moins bien hasardées, je crois qu'on peut le regarder comme venant à l'appui des faits qui portent à douter de la primordialité du granite et des autres roches cristallines du Hartz, et à faire présumer que cette contrée offre un exemple de plus du retour des terrains cristallins les plus anciens, au milieu des formations intermédiaires.

Terrains de grauwacke considérés seuls.

Les terrains intermédiaires du Hartz, au moins ceux qui sont reconnus généralement pour

(1) Voyez l'Essai sur la géologie du nord de la France, par M. Omalius d'Halloy. *Journal des Mines*, N°. 142, pag. 304 et suiv.

tels, étant considérés seuls, présentent entre eux des relations conformes à ce qu'on observe ailleurs pour les formations analogues. L'inclinaison générale des couches vers le sud-sud-est fait penser que les parties les plus anciennes de la formation de schiste et de grauwacke doivent se trouver vers la limite septentrionale du groupe, et là, en effet, on observe soit un schiste ardoise bien prononcé, qui a été long-temps regardé comme primitif, et qui contient très-rarement quelques vestiges à peine déterminables d'animaux marins, soit une grauwacke à grain tellement fin et serré, que sa structure arénacée est difficile à reconnaître. En avançant vers le sud et le sud-est, c'est-à-dire, sur les conches superposées aux précédentes, les schistes deviennent moins fissiles, plus ternes, plus micacés, plus coquillers, renferment quelquefois de petits grains arrondis, et passent ainsi à la grauwacke; celle-ci devient visiblement arénacée, et les fragmens roulés qu'elle renferme, augmentent de volume jusqu'à devenir gros comme la tête; elle contient en outre de nombreux vestiges de plantes, dont la surface est pénétrée d'anthracite, et des couches entières, sableuses et souvent un peu calcaires (psammites sableux de M. Brongniart), remplies des coquillages propres à cette formation.

Terrains subordonnés au terrain de grauwacke.

Le terrain de grauwacke du Hartz renferme, comme MM. Lamé et Clapeyron l'ont observé, de nombreux bancs subordonnés d'ampélite, de schiste-coticule, de jaspe schistoïde, et de roches amphiboliques de diverse nature, ainsi que des bancs nombreux de minerais de fer. On y connaît aussi des argilophyres et des porphyres de diverses espèces, dont les relations de gisement ne paraissent pas toujours très-déterminées; quelques-uns se présentent bien cependant en bancs intercalés dans la grauwacke. Au nombre de ces derniers, il faut remarquer une roche assez analogue au porphyre vert antique, qui se trouve entre Rübeland et Elbingerode, et une autre roche porphyrique, dont la pâte est un mélange de feldspath compacte blanchâtre et de quartz, et qui renferme des cristaux de feldspath rosé et d'amphibole. J'ai observé cette dernière roche au toit de bancs de minerais de fer des environs d'Elbingerode. Enfin le terrain de grauwacke contient aussi des bancs de calcaire, dont plusieurs offrent des roches tout-à-fait analogues aux *marbres campans*.

Terrain calcaire intermédiaire. La grauwacke le recouvre en forme de manteau.

Mais le terrain calcaire intermédiaire présente en outre, dans le Hartz, deux masses indépendantes considérables. L'une, située à l'extrémité occidentale du groupe, près de la petite ville de Grund, constitue la montagne de l'*Iberg* et quelques montagnes voisines. Le terrain de grauwacke lui est superposé, ainsi qu'on le voit dans des puits percés à travers la grauwacke pour atteindre les gîtes de minerai de fer qui s'exploitent dans le calcaire. On doit même remarquer que la superposition de la grauwacke a lieu, autour du noyau calcaire, *en forme de manteau*, suivant l'expression allemande, puisque, sur les faces occidentales de l'Iberg et du Bauerberg, les couches de grauwacke et de schiste penchent au nord-ouest, exception frappante à leur allure générale dans le Hartz. L'autre masse calcaire, située à l'est du Brocken, aux environs du village de Rübeland, se présente aussi

en quelques endroits sous le terrain schisteux; mais elle paraît former un banc très-puissant ou un amas parallèle, encaissé entre les couches de grauwacke. Le calcaire de cette formation semble presque entièrement composé de madrépores, qui ne deviennent visibles que par l'altération de la roche. L'une et l'autre masse renferment des grottes ou cavernes : deux de celles des environs de Rübeland sont connues sous les noms de *Baumanns hœhle* et *Biels hœhle;* celles de l'Iberg, moins célèbres, mais beaucoup plus intéressantes, sont en partie remplies de minerais de fer.

Terrains secondaires autour du Hartz.

Dans les plaines situées au nord et au nord-est du Hartz, on se trouve presque tout de suite sur des formations secondaires assez modernes; à l'ouest et au sud, on observe plus ou moins les rudimens des anciennes formations secondaires; au sud-est, la série générale de ces formations et de celles qui les suivent se développe dans le pays de Mansfeld, si bien décrit par M. Freiesleben. On voit que le plus ou moins de suite ou d'interruption dans la série générale des formations, correspond ici assez exactement au plus ou moins de douceur ou de rapidité des pentes, indiqué dans la notice précédente.

Sources salées.

Il peut être intéressant sous le rapport géognostique, de faire remarquer, sur la carte générale qui forme la planche première de l'atlas de la *Richesse minérale*, que les sources salées exploitées dans le pays de Brunswick, sur les bords de l'Elbe et de la Saale, en Thuringe, en Hesse, dans les pays de Minden, de Schauenburg et de Hanovre, sont situées autour du

Hartz, de tous les côtés et à peu de distance de ses montagnes.

III. *Sur les mines de plomb du Hartz.*

Les gîtes de minerais de plomb, argent et cuivre, exploités au Hartz, sont de trois espèces très-distinctes.

Amas parallèle du Rammelsberg.

1°. Dans le schiste-ardoise du Rammelsberg près de Goslar, on exploite *un amas parallèle* (*liegender stock*) de minerai, dont toute la masse est compacte, très-dure, et de nature à-peu-près uniforme; le gîte et son exploitation sont décrits dans le mémoire de MM. Lamé et Clapeyron, ainsi que dans le tome 2 de la *Richesse minérale*, et représentés sur la planche 18 du bel atlas de cet ouvrage.

Filons minces du terrain d'Andreasberg.

2°. Dans les terrains réputés primordiaux des environs d'Andreasberg, formés de couches alternatives de schistes durs, de jaspe schistoïde, de quartzite et de *hornfels*, on exploite des filons de quelques pouces à 2 pieds au plus de puissance, d'une direction très-variée et croisant sous tous les angles des vallées escarpées et profondes, filons presque verticaux, penchant en général vers le nord ou le nord-est, c'est-à-dire vers le terrain granitique du Brocken, et souvent interrompus dans la profondeur par des filons stériles d'argile plus ou moins schisteuse. Ces filons sont assez bien réglés dans leur direction, mais peu étendus dans ce sens : un très-petit nombre ont été reconnus sur plus de 600 mètres de longueur. Ils présentent dans leur inclinaison des déviations assez fréquentes, mais pénétrent profondément dans le terrain qui les encaisse. Ils sont remplis sur-tout de calcaire

spathique, mélangé de quartz, d'arsenic natif, de plomb sulfuré argentifère, d'argent rouge et d'argent antimonial ou arsenical, et de beaucoup d'autres minéraux curieux, tels que l'harmotôme, la stilbite, la chaux arseniatée, etc.; ils ne contiennent pas de baryte sulfatée. Ils sont en général sans salbandes, et adhérens à la roche des parois qui renferme souvent des mouches de minerais. Ils offrent, sur-tout à une profondeur moyenne, des cristallisations remarquables de spath calcaire; mais la richesse des minerais se soutient jusqu'à une grande profondeur: ainsi le filon de *Samson* s'exploite en ce moment avec avantage à 600 mètres du jour. L'exploitation facile exige peu de boisage et permet des travaux très-réguliers: le bel ouvrage à gradins droits, représenté sur la planche 15 de l'atlas de la *Richesse minérale*, a plus de 600 mètres de longueur, et de 150 mètres de hauteur. Les filons d'Andreasberg présentent beaucoup d'analogie avec ceux de plusieurs contrées de gneiss ou de micaschiste, notamment avec ceux de Freyberg en Saxe. Cependant ceux-ci ont en général une direction parallèle à celle des vallées voisines; la disposition contraire ainsi que l'adhérence des minerais aux parois du gîte doivent porter à regarder les filons d'Andreasberg comme de formation très-ancienne.

Leur analogie avec ceux de Freyberg.

3°. Dans les terrains de grauwacke et de schiste du Hartz, aux environs des villes de Clausthal, Zellerfeld, Wildemann, Lautenthal et Altenau, on exploite des filons très-irréguliers et très-puissants, dont chacun doit être considéré comme la réunion d'un grand nombre de veinules métallifères, qui se sont formées en même temps dans une même direction générale, à côté ou au bout les unes des autres, qui tantôt courent à-peu-près parallèlement, tantôt se réunissent, se séparent, se croisent, se perdent ou reparaissent à plusieurs reprises, et qui contiennent entre elles des massifs considérables de grauwacke et de schiste, soit dans leur position première, soit bouleversés. Un tel ensemble, regardé comme un seul filon par les mineurs, a jusqu'à 50 à 60 mètres de puissance. Ces filons courent du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire dans le sens de la longueur du groupe de montagnes, mais perpendiculairement à la direction des couches, et penchent de 45 à 80d vers le sud-ouest (incliuaison opposée à celle des filons d'Andreasberg). Leur direction est en général parallèle à celle de petites vallées dont ils occupent même souvent le foud: ils se prolongent ainsi, sauf quelques interruptions, sur une assez grande longueur, et on croit les retrouver plus loiu encore sur le même alignement. Les veines métallifères sont souvent remplies en graude partie d'argile plus ou moins feuilletée; les gaugues principales sont en outre le quartz, la chaux carbonatée, le fer spathique et la baryte sulfatée. Le minerai est du plomb sulfuré argentifère, mêlé de pyrites ferrugineuses ou cuivreuses, de blende et de cuivre gris antimonial; mais on n'y exploite pas de minerais d'argent proprement dits. Ces miuerais, disposés en général en veinules ou en nids assez irréguliers, se présentent cependant quelquefois en masses considérables; on les rencontre souvent déjà à très-peu de distance de la surface, ou bien les étages supérieurs des filons sont remplis de fer oxidé hydraté, produit peut-être par l'action des agens atmosphériques sur le fer spathique qui remplissait

Filons puissans du terrain de grauwacke.

le gîte : dans ce dernier cas, c'est encore à une profondeur moyenne (de 100 à 250 mètres) que se présentent les minerais de plomb les plus abondans. Plus bas, cette abondance diminue beaucoup, sauf un petit nombre d'exceptions.

Il résulte des circonstances naturelles de ces gîtes, que leur exploitation est difficile et dispendieuse. Elle exige des boisages énormes, et rarement on peut y suivre sur une assez grande longueur des ouvrages à gradins réguliers. La gravure placée sur le titre de l'atlas de la *Richesse minérale*, représente fidèlement l'aspect d'un des ouvrages à gradins de la mine de Caroline, près Clausthal.

Leur ressemblance avec ceux de Poullaouen.

Ces filons paraissent offrir de grandes analogies avec les filons de plomb argentifère de la Bretagne, et particulièrement avec ceux de Poullaouen, qui sont exploités dans un terrain schisteux, regardé long-temps comme primordial, mais bien reconnu aujourd'hui pour intermédiaire.

Filons de la partie nord-ouest du Hartz.

On connaît dans la partie occidentale du Hartz quatre faisceaux principaux de filons de ce genre, à-peu-près parallèles entre-eux (1) : 1°. celui qui est situé le plus au nord comprend les filons des arrondissemens (*züge*) de *Lautenthal* et de *Hahnenklee*. 2°. un peu plus au sud, les mines des arrondissemens de *Bockswiese*, de *Festenburg* et de *Schulenberg* sont situées sur un second ensemble de filons, qui se réunit peut-être au précédent près de Lautenthal. 3°. les filons aujourd'hui abandonnés des arrondissemens de *Hitschenthal*, de *Spiegelthal*, de *Hertzberg* et même d'*Altenau*, font partie du troisième ensemble ; 4°. enfin le quatrième se compose de deux grandes branches, et comprend d'une part les filons du *Stuffenthalerzug* et ceux du *Burgstœdterzug*, d'autre part les filons du *Silbernaalerzug* et du *Rosenhofferzug*, dont le prolongement semble se réunir à la première branche dans le riche champ d'exploitation des mines de *Caroline* et *Dorothée*. Ces différens faisceaux de filons sont tous situés non-seulement à l'ouest des terrains réputés primordiaux, mais encore au nord-ouest ou au mur de la grande zone de terrains ferrugineux dont il sera question dans la notice suivante.

(1) Voir la carte du Hartz dans l'atlas de la *Richesse minérale*.

Filons de la partie sud-est.

De l'autre côté du granite du Brocken et des divers terrains cristallins et durs qui l'entourent, le terrain de grauwacke ne contient de filons de plomb argentifère exploités, qu'à l'extrémité sud-est du Hartz, à Neudorf, près Hartzgerode (pays d'Anhalt-Bernburg). Ces filons sont tout-à-fait semblables à ceux de la partie occidentale : ils ont même puissance, mêmes gangues, mêmes minerais ; ils présentent aussi des direction et inclinaison analogues ; on prétend même qu'ils sont situés sur le prolongement des filons de Clausthal, et qu'on en trouve des traces, sur le même alignement, dans l'espace intermédiaire, entre autres près de Braunlage, village situé au centre du Hartz, sur la limite orientale des terrains de schiste dur d'Andreasberg. Enfin, au midi de ces formations présumées primordiales, les minerais exploités près de Lanterberg se présentent encore dans le terrain de grauwacke, dans un filon puissant, dirigé et incliné à-peu-près comme ceux de Clausthal ; mais la nature toute particulière de ce filon doit le faire considérer à part, et je l'indique ici comme par appendice à ce

Filon de Lauterberg.

qui précède : il est décrit dans le mémoire de MM. Lamé et Clapeyron.

IV. *Sur les mines de fer du Hartz.*

Bancs de fer oxidé dans la partie occidentale du Hartz.

Les gîtes de minerais de fer exploités dans le Hartz sont de nature très-diverse : on y connaît des bancs, des filons et des amas de plusieurs espèces.

1°. Relativement au premier mode de gisement, il faut remarquer d'abord un terrain compris par les géologues allemands parmi les *grünsteins*, désigné au Hartz sous les noms de *blatterstein* et de *perlstein*, et que j'ai proposé de nommer *terrain de spillite variolé* (1), terrain formé de roches amygdaloïdes à pâte de cornéenne ou de wacke plus ou moins argileuse, plus ou moins calcaire, quelquefois chloritée ou ferrugineuse, et dans tous les cas remplie de noyaux arrondis ou allongés de calcaire cristallin, blanc, rose ou brun (*braunspath*), noyaux qui dans certaines couches, dont la masse est elle-même plus ou moins calcaire, ne sont autre chose que des entroques pénétrés de suc spathique. Ce terrain renferme des bancs subordonnés de jaspe schistoïde noir (*kieselchiefer*) ou rubané (*band jaspis*), de calcaire argileux pénétré d'oxide rouge de fer; enfin on connaît, dans son épaisseur, jusqu'à cinq bancs de minerai de fer oxidé souvent argileux, quelquefois siliceux ou calcaire (dans les deux premiers cas passant souvent au jaspe rouge ou au quartz rubigineux (*eisenkiesel*), et mélangé quelquefois de grenats très-ferrugineux, ou d'anthracite en veinules ou en petits noyaux. Quelquefois une partie de l'épaisseur des bancs est formée

(1) Aperçu géognostique des terrains, p. 115, ou *Annales des Mines*, tome 4, p. 417.

de fer oxidulé et même de la variété aimantaire. Le tout est traversé par de nombreux petits filons calcaires, qui rejettent souvent les bancs de minerais, et aussi par quelques filons de minerais de fer hydraté ou spathique, très-distincts des gîtes de fer oxidé parallèles aux couches. L'ensemble de ce terrain ferrifère forme un banc très-épais (de 150 à 200 mètres de puissance) subordonné au terrain de grauwacke et de schiste de la partie occidentale du Hartz, ayant même direction et même inclinaison, et qui constitue sur plus de six lieues de longueur, depuis Osterode jusqu'au *Spitzenberg*, une zone non interrompue, criblée d'une multitude d'exploitations de fer. Les filons de plomb argentifère ne se trouvent qu'au nord-ouest ou au mur de cette zone, et semblent se perdre quand ils en approchent. A l'est, ou au toit du terrain ferrifère, la grauwacke ne renferme plus de gîtes métalliques connus (1).

Idem, dans la partie orientale.

Dans la partie orientale du Hartz, aux environs d'Elbingerode et de Hüttenrode, on exploite de même des bancs nombreux et puissans de minerais de fer oxidé et de fer oxidulé, plus ou moins mélangés de parties siliceuses, ou argileuses ou calcaires, et contenant quelquefois aussi pyrites et anthracite. Ces bancs sont souvent associés à des couches de *spillite* ou amygdaloïde, assez analogues à celles de la partie occidentale, mais moins abondantes; le tout

(1) Sur la rive droite du Rhin, dans le pays de Dillenbourg, on exploite des gîtes de fer oxidé, qui paraissent tout-à-fait analogues à ceux de la partie occidentale du du Hartz, dans un terrain de même nature, désigné là sous le nom de *schaalstein*, et également subordonné à une formation de grauwacke et de schiste.

est également subordonné aux formations de transition qui composent la masse générale des montagnes; mais les bancs de minerais se présentent quelquefois au milieu du calcaire, et le plus souvent entre ce terrain et celui de grauwacke. Dans plusieurs localités, l'inclinaison des couches des deux terrains fait même douter si les gîtes ferrifères ne sont pas plutôt des filons que des bancs. On ne reconnaît pas non plus ici sur une aussi grande longueur la continuité observée à l'ouest dans la zone ferrifère. Les exploitations ont souvent lieu à ciel ouvert, par de grandes excavations, nommées en allemand *pinge*.

Filons de fer.

2°. Les filons de fer exploités dans le Hartz sont de plusieurs genres.

Chapeau de fer des filons de plomb.

a) La partie supérieure des gîtes de plomb du terrain de grauwacke est souvent presque entièrement remplie de fer hydraté, qui est mélangé quelquefois de plomb carbonaté ou sulfaté (*bleiglas*), et qui constitue ce que les mineurs nomment le *chapeau de fer* (*eiserne hut*) des filons de plomb. A une certaine profondeur, le minerai devient du fer spathique, qui renferme des mouches de galène et de pyrite; plus profondément encore, le plomb devient le métal le plus abondant. Plusieurs exploitations ont été ainsi ouvertes comme mines de fer, qui sont devenues mines de plomb et d'argent. Près de Clausthal, au milieu des mines de plomb argentifère du Burgstædterzug, on exploitait encore de cette manière en 1808 une mine de fer sur la tête d'un filon. Le fer hydraté de cette mine y était accompagné de petits cristaux prismatiques de plomb phosphaté.

Autres filons de fer hydraté dans la grauwacke.

b) D'autres filons de fer, qui ne fournissent

encore que des minerais hydratés et spathiques, exploités dans le terrain de grauwacke de la partie occidentale du Hartz, et montrant une allure parallèle à celle des filons de plomb, doivent probablement être regardés comme de nature semblable aux précédens. Cependant quelques-uns de ces filons traversent, ainsi que nous l'avons vu, les couches de la grande zone ferrifère, où l'on n'a jamais trouvé de gîtes de plomb.

Filons de fer oxidé dans la grauwacke.

c) Le terrain de grauwacke et de schiste renferme aussi, sur-tout dans la partie méridionale du Hartz, des filons de fer oxidé, qui contiennent souvent de l'hématite rouge d'une très-grande richesse. Quelquefois malheureusement ces minerais sont mélangés de baryte sulfatée, et le fer qu'ils produisent est alors brisant à chaud. Près de Tilkerode, à l'extrémité sud-est des terrains intermédiaires, on connaît des filons analogues très-puissans et peu étendus dans leur direction, de sorte qu'on les regarde comme des amas transversaux (*stehende stœcke*).

Amas de minerais de fer dans le calcaire.

3°. Les *amas* de minerais de fer du Hartz sont situés dans le calcaire de transition. Ils se rapportent au genre de ceux que les Allemands nomment *Putze* et que j'ai désignés sous le nom d'*amas irréguliers*. On en connaît dans les deux localités où le terrain calcaire est dominant.

1°. A la montagne de l'Iberg.

A l'extrémité occidentale du Hartz, près de Grund, la montagne de l'Iberg, formée de calcaire intermédiaire, renferme une multitude de grottes et de fentes, qui pour la plupart communiquent entre elles, et dont un grand nombre sont tapissées à leur intérieur de fer hydraté,

d'hématite manganésifère et de fer spathique, mélangés de *braunspath* et de spath calcaire qui souvent remplit des fentes en entier. De temps immémorial, on exploite ces gîtes singuliers sans faire ni puits ni galeries; mais en explorant les grottes, élargissant les passages trop étroits, et suivant les dépôts de minerais quand on en rencontre. Lorsqu'on enlève le minerai sur les parois des cavernes, la surface du calcaire mis à nu montre des traces d'une ancienne altération : ce qui semble prouver que l'infiltration du minerai a été bien postérieure à l'époque de la formation des grottes et des fentes. On a aussi exploité autrefois dans l'Iberg des minerais de plomb et de cuivre, auxquels les minerais de fer servaient de gangue.

2°. Aux environs d'Elbingerode.

Dans le terrain calcaire de la partie orientale du Hartz, aux environs d'Elbingerode, on exploite aussi des amas de fer hydraté : ils sont ici déposés par nids irréguliers, au milieu de masses d'argile ou de sable, qui remplissent de vastes enfoncemens creusés dans le sol calcaire par une cause inconnue.

Amas de minerais d'alluvion.

Enfin il faut citer les amas de minerais de fer d'alluvion, qui se déposent continuellement dans le fond de plusieurs vallées du Hartz. On a remarqué que ce dépôt avait particulièrement lieu dans les vallées granitiques.

On fond aussi, dans plusieurs usines à fer, des minerais provenant de gîtes exploités dans les formations secondaires qui entourent le Hartz; les gîtes, par conséquent, n'appartiennent pas aux terrains qui ont fait l'objet de ces notices.

CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

1. *Sur les gaz hydrogènes carbonés; par M.* Brandes. (Annales de Chimie *tome XVIII, p.* 66.)

Le gaz qui provient de la distillation du charbon de terre dans l'établissement de Wesminster a une densité de 0,443. En l'analysant de diverses manières, on trouve qu'il est composé de 0,40 de gaz oléfiant au plus, et de 0,60 de gaz hydrogène en volume, et qu'il ne contient point de gaz hydrogène carboné léger. Un des meilleurs moyens de l'analyser est de le mêler avec du chlore, et d'exposer le mélange sur l'eau dans un tube d'un pouce de diamètre, à la lumière ordinaire du jour, en ayant le plus grand soin d'exclure les rayons directs du soleil. Au bout de vingt-quatre heures, le gaz oléfiant et l'excès de chlore sont absorbés par l'eau, et il reste du gaz hydrogène pur.

Le gaz obtenu de la décomposition de l'huile de baleine a une densité de 0,769 : il contient 0,25 d'hydrogène, et 0,75 de gaz oléfiant en volume.

Les gaz retirés de l'acétate de potasse, de l'alcool, de l'éther, et celui qu'on obtient en faisant passer de l'eau en vapeur sur du charbon rouge, sont des mélanges d'acide carbonique, d'oxide de carbone, d'hydrogène et de gaz oléfiant. Pour les analyser, on sépare l'acide carbonique par la potasse; on mêle le résidu avec trois fois

son volume de chlore, et on expose le mélange à la lumière ordinaire du jour, dans un tube d'un demi-pouce de diamètre, et sur l'eau; le gaz oléfiant et le chlore sont absorbés, et il reste un mélange de gaz hydrogène et d'oxide de carbone, que l'on fait détonner avec l'oxigène. Si l'on n'avait pas la précaution de préserver le mélange du contact des rayons directs du soleil, la plus grande partie de l'oxide de carbone serait aussi absorbée.

Il n'y a dans les divers gaz inflammables d'autres combinaisons définies de carbone et d'hydrogène que le gaz oléfiant.

---

2. *Sur les gaz hydrogènes carbonés; par le Docteur* Henry. (Annales de chimie, *tome XVIII, p.* 72.)

Gaz hydrogène carboné léger.

Le gaz hydrogène carboné léger est, ainsi que l'ont avancé Dalton, sir H. Davy et le docteur Thomson, un composé défini, caractérisé par la propriété de demander, pour sa combustion complète, deux fois son volume d'oxigène, et de produire un volume d'acide carbonique égal au sien. Lorsqu'il est très-pur, sa pesanteur spécifique est de 0,556 : il est un peu soluble dans l'eau et il peut en être dégagé par la chaleur sans éprouver aucune altération. Lorsqu'on le mêle avec du chlore, et qu'on expose le mélange soit aux rayons solaires, soit à la lumière diffuse, même par un jour sombre, il est totalement décomposé au bout d'un temps plus ou moins long. Si l'on emploie quatre fois son volume de chlore, il en résulte un volume d'acide carbonique et de l'acide muriatique. Si l'on emploie moins de quatre volumes de chlore, le résidu est composé d'acide muriatiqne, d'acide carbonique, d'oxide de carbone et d'hydrogène carboné. Pour que ces décompositions aient lieu, la présence de l'eau ou de l'humidité est indispensable : si les gaz étaient parfaitement desséchés, ils n'éprouveraient aucune altération, même à la lumière solaire; ils n'éprouvent non plus aucune altération, lorsque, quoiqu'en contact avec de l'eau, on les tient dans une obscurité parfaite.

L'air inflammable des mines de charbon de terre est du gaz hydrogène carboné léger.

Le gaz des marais est aussi de la même nature; mais il contient ordinairement un mélange de $\frac{1}{15}$ d'acide carbonique et $\frac{1}{20}$ d'azote en volume; sa pesanteur spécifique varie de 0,582 à 0,586; il provient évidemment de la décomposition de l'eau par des substances qui renferment du carbone.

Le gaz hydrogène pur est absorbé par le chlore dans les mêmes circonstances que le gaz hydrogène carboné léger. Il ne l'est pas dans l'obscurité.

Le gaz oxide de carbone se comporte de la même manière avec le chlore.

Gaz oléfiant.

Le gaz oléfiant au contraire est décomposé promptement par le chlore, même dans l'obscurité la plus parfaite; il en est de même des huiles volatiles qui peuvent se trouver mélangées avec ce gaz.

Analyse des gaz inflammables.

De ces faits on déduit une méthode exacte pour analyser les gaz inflammables, qui sont en général des mélanges d'hydrogène, d'hydrogène

carboné léger, d'oxide de carbone, d'un peu de gaz azote, de gaz oléfiant, et, à ce qu'il paraît, d'huiles volatiles.

Après avoir déterminé sur une portion du gaz quelle est la quantité de chlore qu'il est nécessaire d'employer, on introduit un volume suffisant de ce dernier dans un récipient renversé sur l'eau et défendu de la lumière par un couvercle opaque : s'il doit y avoir une grande absorption, on n'ajoute le gaz inflammable au chlore que par petites portions, pour éviter une trop grande élévation de température; dans le cas contraire, on l'ajoute en une seule fois. On laisse le mélange pendant trente ou quarante minutes à l'abri de toute lumière ; on lave ensuite le résidu en toute hâte avec une dissolution de potasse, et on en essaye une petite portion avec le chlore pour s'assurer que l'action de ce gaz est épuisée; on mesure le résidu, et l'on a par différence le volume qu'occupait le gaz oléfiant, pur un mélangé d'huile. Le résidu est un mélange d'hydrogène, d'hydrogène carboné léger et d'oxide de carbone. On ne possède d'autre moyen pour déterminer sa composition, que d'en prendre la densité, de le faire détonner avec du gaz oxigène, de mesurer le volume du résidu et le volume du gaz acide carbonique produit, et d'évaluer la proportion de chaque gaz par le calcul. On ne peut compter sur une pareille évaluation qu'autant que la densité du mélange hypothétique, conclue de celle de chacun de ses ingrédiens, est la même que celle du gaz soumis à l'analyse; mais lorsque cette coïncidence a lieu, on connaît la nature du mélange gazeux avec toute l'évidence que le sujet comporte. L'analyse de

ces gaz se fait facilement sur un volume de 60 à 80 pouces cubes.

Lorsque le gaz soumis à l'analyse ne contient pas d'huile, l'absorption par le chlore fait connaître exactement la proportion du gaz oléfiant; mais lorsqu'il renferme de l'huile, on ne peut que déterminer les quantités de carbone et d'hydrogène contenues dans la portion absorbée, et il faut pour cela faire une opération de plus. Cette opération consiste à prendre la densité du gaz entier, et à le faire détonner avec du gaz oxigène : du résultat on conclut les quantités relatives de carbone et d'hydrogène, et en en retranchant celles que l'on trouve dans le gaz qui reste après le traitement par le chlore, on a la composition de la partie du gaz qui a été absorbée. On reconnaît que la partie absorbée est du gaz oléfiant lorsqu'elle a consommé trois volumes d'oxigène, et produit deux volumes d'acide carbonique; quand la consommation d'oxigène, ainsi que le produit en acide carbonique, sont plus considérables, c'est une preuve que le gaz oléfiant est mélangé d'une substance qui contient beaucoup plus de carbone que lui : tout porte à croire que cette substance est une huile très-volatile : la densité de la vapeur de cette huile est beaucoup plus grande que celle du gaz oléfiant.

Les gaz que l'on obtient de la distillation de l'huile et du charbon de terre varient beaucoup de composition ; ils sont d'autant plus carbonés et leur pouvoir d'illumination est par conséquent d'autant plus grand, qu'ils ont été préparés à une température moins élevée.

3. *Sur deux nouveaux composés de chlore et de carbone ; par M.* Faraday. (Annales de Chimie, *tome XVIII, p.* 48.)

Perchlorure. On obtient le perchlorure de carbone en laissant agir le chlore sur de l'éther chlorique, ou en exposant à la lumière solaire un mélange d'une partie de gaz oléfiant et de 8 à 9 parties de chlore.

Ce chlorure est cristallin, friable, incolore, transparent ; son odeur ressemble à celle du camphre, sa saveur est très-faible : sa pesanteur spécifique est de 2. Il n'est pas conducteur de l'électricité : son pouvoir réfringent est au-dessus de celui du flint-glass ; il se volatilise lentement à la température ordinaire ; il se fond à 160d., et il entre en ébullition à 182d.. Il est insoluble dans l'eau ; mais il se dissout bien dans l'alcool, dans l'éther et dans l'huile : ces dissolutions ne sont pas troublées par le nitrate d'argent ; il brûle difficilement ; mais lorsqu'on le fait passer à travers un tube rouge de feu, après l'avoir mélangé avec du gaz oxigène, il est complétement décomposé.

La plupart des métaux et des oxides métalliques (notamment le deutoxide de cuivre) le décomposent aussi à l'aide de la chaleur. Avec les métaux, il se forme des chlorures et il se dépose du charbon ; avec les oxides, il se forme des chlorures, de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone : dans l'un et l'autre cas, on n'aperçoit aucune vapeur d'eau. La baryte, la strontiane et la chaux agissent sur le perchlorure de carbone comme les oxides métalliques ; la décomposition a lieu avec une vive lumière.

Les acides, les alcalis, etc., sont sans action sur le perchlorure de carbone par la voie humide.

L'hydrogène le transforme, à la chaleur rouge, en charbon et en acide muriatique ; l'iode, le soufre, le phosphore, agissant à une douce chaleur, lui enlèvent une partie de son chlore ; il est composé de :

Chlore.....	0,8982 ...	3 atomes.
Carbone.....	0,1018 ...	2 atomes.

Proto-chlorure. On prépare le proto-chlorure en faisant passer lentement le perchlorure dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, et contenant des fragmens de quarz.

C'est un liquide incolore et limpide : sa densité est de 1,5526, son pouvoir réfringent est à-peu-près comme celui du camphre : il ne conduit pas l'électricité, et il est incombustible. Il est encore liquide à 18d. ; il se volatilise à 75d. ; il est insoluble dans l'eau et il se dissout dans l'alcool, l'éther et les huiles. Il se comporte avec le gaz oxigène, le gaz hydrogène, les acides, les alcalis, les métaux et les oxides comme le perchlorure.

Il dissout le chlore, l'iode, etc. : la dissolution de chlore exposée à la lumière produit du perchlorure. Il est composé de :

Chlore.....	0,855 ...	1 atome.
Carbone.....	0,145 ...	1 atome.

4. *Sur l'éther iodique ; par M.* Faraday. (Annales de Chimie, *tome XVIII, p.* 56.)

Lorsqu'on expose aux rayons solaires de l'iode en contact avec du gaz oléfiant, il se forme peu-à-peu des cristaux, qui sont un composé triple d'iode, de carbone et d'hydrogène, analogue à l'éther chlorique. Ce composé peut être séparé d'un excès d'iode, au moyen de la potasse. Il est cristallin, incolore, friable ; son odeur est agréable et sa saveur douceâtre : il n'est pas conducteur de l'électricité; à la chaleur il commence par se fondre, il se sublime ensuite sans se décomposer et se condense en cristaux prismatiques. Une température élevée le décompose et en sépare l'iode : il est soluble dans l'alcool et dans l'éther ; mais ni l'eau, ni les alcalis, ni les acides, ne peuvent le dissoudre.

---

5. *Préparation du protoxide d'azote ; par M.* Grouvelle. (Annales de Chimie, *tome XVII, p.* 351.)

On peut obtenir le protoxide d'azote en chauffant du muriate d'ammoniaque avec le nitrate d'un métal susceptible de former un chlorure fixe ; par exemple, avec le nitre : les meilleures proportions à employer sont :

Nitre.....	3
Sel ammoniac.....	1

---

6. *Recherches sur l'action de l'acide fluoborique sur l'alcool ; par M.* Desfosses. (Annales de Chimie, *tome XVI, p.* 72.)

L'acide fluoborique produit avec l'alcool un éther analogue à l'éther sulfurique : cette éthérification a probablement lieu en raison de l'affinité de l'acide fluoborique pour l'eau ; elle ne donne pas naissance à de l'huile douce du vin, et l'acide ne paraît pas altéré dans sa nature.

Pour préparer l'éther fluoborique, on met dans une fiole de l'acide borique vitrifié avec deux fois son poids de fluate de chaux et une suffisante quantité d'acide sulfurique, et on reçoit le gaz que ce mélange dégage dans une quantité d'alcool à 38d. égale en poids au fluate de chaux. On introduit l'alcool saturé de gaz dans une fiole, à laquelle on adapte des flacons qui plongent dans de l'eau froide, et l'on distille ; on obtient de l'éther très-mélangé d'acide : on le débarrasse de cet acide, en le distillant, après l'avoir saturé par la potasse caustique; on le rectifie ensuite sur du chlorure de calcium.

---

7. *Sur l'emploi du sulfate d'indigo pour déterminer la force des dissolutions de chlorure de chaux.* (Annals of Philosophy, *tome I, page* 72.)

Le sulfate d'indigo, est un réactif auquel on ne peut se fier en aucune manière pour déterminer la force des dissolutions de chlorure de chaux, parce que le pouvoir décolorant de ces dissolutions varie considérablement selon leur degré de concentration ; il est en général fort augmenté par l'addition de l'eau.

---

8. *Sur la composition de la silice ; par M.* Berzelius. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 20.)

L'acide fluosilicique est complétement décomposé par le borax et par l'acide borique ; mais la silice qui s'en sépare étant très-sensiblement soluble dans l'eau, il n'est pas possible d'en déterminer la composition par ce moyen.

Pour y parvenir, on a fondu ensemble deux parties d'alumine, trois parties de silice, et quinze parties de carbonate de potasse, et on a bien lavé la masse fondue. Le résidu était un silicate double de potasse et d'alumine, qui s'est dissous sans effervescence dans l'acide muriatique ; on l'a analysé, et sa composition s'est trouvée telle que l'alumine contenait trois fois autant d'oxigène que la potasse, et que, sachant d'ailleurs que la silice renferme à très-peu-près la moitié de son poids d'oxigène, on devait admettre qu'elle en contenait autant que les deux bases réunies : d'après cela, cette substance doit être composée de :

Silicium.....	0,49641
Oxigène.....	0,50359

Lorsqu'on mêle une dissolution de potasse saturée d'alumine à une dissolution de potasse saturée de silice, il se fait un précipité dont la composition est la même que celle de l'amphigène, c'est-à-dire dans laquelle l'alumine contient trois fois autant d'oxigène que la potasse, et la silice deux fois autant que les bases réunies.

L'apophylithe analysée avec le plus grand soin a été trouvée composée de :

Silice.....	0,52900
Chaux.....	0,25207
Potasse.....	0,05266
Eau.....	0,16000
	0,99373

D'après cette analyse, la silice doit être composée de :

Silicium.....	0,49716
Oxigène.....	0,50284

La moyenne des deux résultats est ;

Silicium.....	0,497 ...	100
Oxigène.....	0,503 ...	101,2

9. *Sur l'acide oxalique ; par M.* Berzelius. (Annales de Chimie, *t. XVIII, p.* 155.)

M. Pelletier a fait voir que les dissolutions d'or décomposent l'acide oxalique. M. Berzelius a mis cette observation à profit pour rechercher la compositiou de cet acide, et il a trouvé, d'après la quantité d'or réduit par un poids donné d'oxalate de chaux et d'oxalate de potasse, que l'acide ne contient point d'hydrogène et qu'il est composé de :

Carbone....	0,3345 ...	100 ...	2 atomes.
Oxigène....	0,6657 ...	199,9 ...	3 atomes.

On sait que M. Dulong avait déjà prouvé que l'oxalate de plomb ne renferme pas du tout d'hydrogène.

10. *Note sur la propriété qu'ont les matières salines de rendre les tissus incombustibles; par M.* Gay-Lussac. (Annales de Chimie, *tome XVIII, page* 211.)

Les tissus de laine ou de soie, et en général ceux de nature animale, sont peu combustibles; tandis que les tisssus de chanvre, de lin et de coton prenuent feu avec une étonnante rapidité; ce sont par conséquent les tissus de cette nature qu'on doit chercher plus particulièrement à rendre incombustibles.

On rend les tissus incombustibles, et on borne leur destruction par la chaleur à une simple calcination, en préservant leur surface du contact de l'air, et en mélangeant avec le gaz combustible que la chaleur en dégage, d'autres gaz qui ne le soient pas.

Pour remplir la première condition, on ne peut se servir de substances déliquescentes ou corrosives, ni de substances terreuses, ou infusibles. Les meilleures seront celles qui se fondant à la première impression de la chaleur, couvriront exactement toute la surface des tissus et empêcheront l'air de s'en approcher; mais il faudra encore qu'elles diminuent le moins possible la souplesse de ces tissus, et qu'elles ne changent pas leur surface.

On satisfait aisément à la seconde condition en imprégnant les tissus de matières volatiles non combustibles, comme par exemple d'hydrochlorate ou de sulfate d'ammoniaque.

Il résulte des essais que nous avons faits que les matières terreuses, les sulfates de zinc, de manganèse, de fer, de soude, de potasse; l'alun, les chlorures de potassium et de sodium, le tartrate de potasse et de soude, le carbonate et le phosphate de soude sont sans efficacité; et que les substances les plus convenables pour rendre les tissus incombustibles sont l'hydro-chlorate, le sulfate, le phosphate et le borate d'ammoniaque, le borax et quelques mélanges de ces sels : on doit les employer à l'état de dissolution, et en proportion telle, que les tissus desséchés en retiennent à-peu-près un cinquième de leur poids.

---

11. *Recherches sur les combinaisons des oxides avec le chlore, l'iode et le cyanogène; par M.* Ph. Grouvelle. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 37.)

Le chlore forme avec la chaux un sous-chlorure composé de : Chlorure de chaux.

Hydrate de chaux.....	0,679 ...	1 atome.
Chlore.....	0,321 ...	1 atome.

Ce sous-chlorure est décomposé par l'eau en hydrate de chaux et en chlorure neutre. Le chlorure neutre n'est point décomposé par la chaleur de l'ébullition. Il se change en chlorure de calcium par la calcination. Les acides le décomposent et en dégagent du chlore. Le sulfate et le phosphate d'ammoniaque y produisent un précipité de sulfate et de phosphate de chaux, et il se dégage de l'azote provenant de la décomposition de l'ammoniaque par le chlore. Il est composé de :

Hydrate de chaux.....	0,514 ...	1 atome.
Chlore.....	0,486 ...	2 atomes.

Le chlorure de baryte sec est un chlorure neutre soluble dans l'eau : sa composition et ses pro- Chlorure de baryte.

priétés sont analogues à celles du chlorure neutre de chaux ; il contient :

Hydrate de baryte.....	0,707 ...	1 atome.
Chlore.....	0,293 ...	2 atomes.

Chlorure d'oxide de zinc.

L'hydrate de zinc se dissout dans le chlore. La dissolution est en partie décomposée par l'ébullition : évaporée à siccité, elle laisse de l'oxide de zinc.

Chlorure de magnésie et d'oxide de cuivre.

Il y a aussi un chlorure de magnésie et un chlorure d'oxide de cuivre, l'un et l'autre solubles.

Chlorure de peroxide de fer.

L'hydrate de peroxide de fer se dissout aussi dans le chlore ; mais la dissolution, soumise à l'ébullition, se décompose et tout l'oxide se précipite.

Autres métaux.

Les oxides d'antimoine, de bismuth, d'étain, de tellure, l'alumine, ne se dissolvent pas dans le chlore. Le protoxide de plomb se change en peroxide et en chlorure métallique. Le deutoxide de barium est décomposé sur-le-champ par le chlore liquide, il se dégage de l'oxigène et il se forme du chlorure de baryte. Les protoxides de cobalt, de nickel et de manganèse sont suroxidés par le chlore, qui n'attaque pas les nouveaux oxides formés.

Iodures d'oxides.

L'iode, à environ 200° et au-dessous, s'unit à tous les oxides alcalins, hydratés et anhydres, et avec l'oxide de zinc.

Cyanures d'oxides.

Les hydrates de strontiane, de chaux, de manganèse et de cobalt se combinent facilement avec le cyanogène : ils noircissent et se dissolvent dans l'eau, qu'ils colorent fortement. Ces cyanures sont composés d'un atome d'oxide et de deux atomes de cyanogène.

Les hydrates de zinc et de fer ne se combinent point avec le cyanogène.

12. *Recherches sur les oxido-chlorures ; par M.* Ph. Grouvelle. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 42.)

Oxido-chlorure de mercure.

Lorsque l'on traite l'oxide rouge de mercure par le chlore liquide en excès, on obtient promptement une matière noire cristalline, qui est une combinaison d'oxide rouge et de deuto-chlorure de mercure, ou un *oxido-chlorure*. La liqueur retient en dissolution du chlorure et du chlorate de mercure.

C'est le même oxido-chlorure que l'on produit en précipitant le deuto-chlorure, sur-tout à chaud, par la potasse caustique non en excès.

Ce composé donne, lorsqu'on le chauffe dans un tube de verre, du gaz oxigène, du proto-chlorure mêlé d'un peu de deuto-chlorure, et de l'oxide rouge de mercure : la proportion de ces diverses substances prouve que l'oxido-chlorure est composé de :

Oxide rouge de mercure.....	0,799 ...	5 atomes.
Deuto-chlorure de mercure...	0,201 ...	1 atome.

Oxido-chlorure d'antimoine.

La matière que l'on obtient en traitant le chlorure d'antimoine neutre par l'eau est un oxido-chlorure. Soumis à l'action de la chaleur, il fond sans se décomposer. Calciné avec de l'hydrochlorate d'ammoniaque sec, il dégage de l'ammoniaque et donne naissance à un chlorure volatil. Chauffé dans un tube de verre avec du soufre, il se convertit en sulfure avec dégagement de gaz acide sulfureux. Il est décomposé par la potasse bouillante. Il contient :

Protoxide d'antimoine.....	0,82	7 atomes.
Chlorure d'antimoine.....	0,18	1 atome.

Oxido-chlorure de bismuth.

Le sous-chlorure de bismuth est un oxido-chlorure analogue à celui d'antimoine.

Ammonio-chlorures.

Beaucoup de chlorures, tels que les chlorures d'étain, de phosphore, de calcium, d'antimoine, de zinc et de mercure, absorbent le gaz ammoniac sec, et forment avec cet alcali des combinaisons que l'on peut appeler *ammonio-chlorures*.

Ammonio-chlorure de phosphore.

Le composé d'ammoniaque et de perchlorure de phosphore paraît indécomposable par le feu, tant qu'il ne trouve pas d'eau à absorber. La potasse liquide en chasse l'ammoniaque et le convertit en phosphate et en hydro-chlorate. L'eau ne l'attaque qu'avec beaucoup de difficulté; elle finit par le changer en phosphate et en hydro-chlorate neutre d'ammoniaque. D'après cela, on trouve que l'ammonio-chlorure de phosphore doit contenir :

Chlorure de phosphore....	0,635	...	1 atome.
Ammoniaque.....	0,365	...	7 atomes.

Le chlorure de soufre est immédiatement décomposé par le gaz ammoniac sec, qui en précipite le soufre et convertit le chlore en hydro-chlorate d'ammoniaque : il y a production de chaleur et dégagement d'azote.

Ammonio-chlorure d'étain.

L'ammonio-chlorure d'étain est fixe et indécomposable par lui-même. Il se dissout assez facilement dans l'eau tiède; la dissolution est très-acide : cette dissolution, évaporée à siccité, laisse, après le dégagement d'une trace d'ammoniaque, un composé d'apparence saline, soluble dans l'eau, et qui, chauffé dans un tube de verre, donne, après un grand dégagement d'ammoniaque, de l'oxide d'étain, et une matière volatile soluble dans l'eau : cette matière volatile paraît être une combinaison d'hydro-chlorate d'étain et d'hydro-chlorate d'ammoniaque : sa dissolution est décomposée par la chaleur en oxide d'étain gélatineux qui se dépose, et en hydro-chlorate d'ammoniaque.

L'ammonio-chlorure d'étain est composé de :

Chlorure d'étain....	0,79	...	1 atome.
Ammoniaque.....	0,21	...	4 atomes.

Ammonio-chlorure de mercure.

Le deuto-chlorure de mercure absorbe un atome de gaz ammoniac. Dissous dans l'eau, il laisse déposer une partie de l'oxide de mercure à l'état d'ammoniure d'oxide blanc. La potasse caustique, versée dans la liqueur, en précipite tout le reste du métal dans le même état de combinaison. D'après cela, l'ammonio-chlorure de mercure doit être composé de :

Deuto-chlorure de mercure..	0,94	...	1 atome.
Ammoniaque.....	0,06	...	1 atome.

Le cyanure et le deutoxide de mercure forment ensemble un oxido-cyanure.

---

13. *Observations sur le mémoire de M.* Berzelius, *relatif à la composition des prussiates ou hydrocyanates triples* (1); *par M.* Robiquet. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 196.)

M. Porrett et M. Robiquet ont avancé que les prussiates triples sont le produit de la combinaison d'une base avec un acide particulier, dont le fer métallique est un des élémens (2). M. Ro-

(1) Voyez *Annales des Mines*, t. VI, p. 115.
(2) Voyez *Annales des Mines*, t. V. p. 163 et 165.

biquet considère cet acide comme contenant les élémens de l'acide hydro-cyanique et du cyanure de fer. M. Berzelius ne croit pas à son existence, et selon lui les prussiates doubles ferrugineux sont formés d'un atome de cyanure de fer et de deux atomes de cyanure d'un autre métal.

M. Robiquet regarde comme certain, d'après les nouvelles expériences qu'il a faites, que le prussiate triple de potasse, une fois desséché, ne contient plus d'hydrogène, ainsi que l'a annoncé M. Berzelius; mais malgré l'autorité de ce savant chimiste, il pense qu'on ne saurait admettre avec lui qu'il en est de même pour tous les prussiates triples; il ne voit rien qui autorise à nier l'existence de l'acide ferro-cyanique, et plusieurs considérations le déterminent au contraire à persister dans sa première opinion.

1°. M. Berzelius prétend que le produit acide obtenu par MM. Porrett et Robiquet, en décomposant les prussiates triples, n'est autre chose qu'un hydrocyanate acide de protoxide de fer; mais comment s'imaginer, dit M. Robiquet, qu'un acide aussi facilement décomposable, aussi faible que l'acide prussique, et qui ne peut neutraliser aucune portion de base alcaline, devienne susceptible de s'unir si intimement avec le protoxide de fer, que non-seulement il peut le neutraliser, mais en outre constituer avec lui une combinaison fixe, cristallisable, dans laquelle la propriété acide est beaucoup plus développée que dans l'acide primitif, tandis que toutes les autres qualités si tranchantes de cet acide sont pour ainsi dire éteintes.

2°. Lorsqu'on mêle une dissolution de muriate neutre de protoxide de fer avec une dissolution

de prussiate de potasse, il se forme un précipité blanc de prussiate de fer, qui contient de la potasse en combinaison, et la liqueur reste neutre. Ce prussiate blanc passe peu-à-peu et complétement à l'état de bleu de Prusse, par le concours de l'air qui suroxide le protoxide de fer, et d'un acide qui enlève la potasse (c'est en cela que l'addition d'un acide est utile dans la fabrication du bleu de Prusse). Or, à mesure que le fer se suroxide, il acquiert une plus grande capacité de saturation, et il peut remplacer par conséquent une quantité proportionnelle de potasse: le bleu de Prusse est donc un sel neutre, et non pas un sous-sel, ainsi que le prétend M. Berzelius. D'ailleurs comment pourrait-on admettre que le bleu de Prusse contienne un excès d'oxide, lorsqu'on sait qu'en le dissolvant dans les acides les plus énergiques et les plus concentrés, on le précipite entièrement et sans soustraction d'aucune portion d'oxide, par la seule addition de l'eau distillée? Si le bleu de Prusse est un sel neutre, comment concevoir, dans la manière de voir de M. Berzelius, qu'il contienne du péroxide de fer? Pourra-t-on raisonnablement supposer qu'un peroxide, dont l'affinité pour les acides est presque nulle, puisse saturer un acide sans énergie (l'acide prussique), et qui ne peut neutraliser la moindre portion de base alcaline, et que ce peroxide soit si irrésistiblement combiné avec cet acide?

3°. Si on met le bleu de Prusse en contact pendant un temps suffisant avec l'eau hydro-sulfurée, il y a désoxidation partielle du peroxide, et cette rétrogradation de l'oxide ne peut avoir lieu sans une diminution relative de capacité de saturation, et par conséquent aussi sans qu'il y

ait une quantité d'acide proportionnelle de mise en liberté. Si les choses étaient telles que M. Berzelius le conçoit, c'est de l'acide hydro-cyanique seulement qui devrait être séparé dans ce cas, tandis qu'au contraire c'est de l'acide ferro-cyanique.

Certains ferro-cyanates se transforment par la dessiccation en cyanures doubles, tout comme les hydro-chlorates se transforment en chlorures; mais cette transformation n'a pas lieu dans tous les ferro-cyanates, et le bleu de Prusse en est un exemple frappant, puisque, quelque desséché qu'il soit, il offre toujours des substances hydrogénées parmi les produits de sa calcination en vaisseaux clos.

M. Robiquet ne croit pas, comme l'a avancé M. Berzelius, que la matière noire que le prussiate de potasse laisse après sa distillation soit un quadricarbure de fer. Ce résidu n'offre pas, selon lui, les caractères d'une combinaison : il est magnétique; il se rouille promptement à l'air; il se dissout facilement dans les acides avec dégagement de gaz hydrogène pur; il s'incinère avec la plus grande facilité : c'est un mélange de fer et de charbon très-divisés.

On analyse aisément le prussiate de potasse en le chauffant dans un tube, après l'avoir mélangé avec deux fois son poids d'acide borique fondu, et vingt fois son poids de deutoxide de cuivre : on obtient de l'eau, qui provient de l'acide borique, et des gaz acide carbonique et azote, dont les volumes sont entre eux dans le rapport d'un à deux, etc.

---

14. *Sur la combinaison des cyanures avec le soufre et avec le sélénium; par M.* J. Berzelius. (Annales de Chimie, *t. XVI, p.* 23.)

En faisant chauffer dans une fiole du cyanure de potassium et de fer avec moitié son poids de soufre, jusqu'à fusion complète, il se forme du sulfo-cyanure de potassium et du sulfo-cyanure de fer, qui restent mélangés ensemble : si l'on chauffe plus fortement, une partie du sulfo-cyanure de fer se décompose. On obtient le sulfo-cyanure de potassium à l'état de pureté, en dissolvant dans l'eau le mélange des deux sulfo-cyanures, précipitant le fer de cette dissolution par le carbonate de potasse, évaporant à siccité, traitant le résidu par l'alcool pour séparer l'excès de carbonate de potasse, et enfin ajoutant à la liqueur quelques gouttes de sulfo-cyanure de fer, pour décomposer une petite quantité de bicarbonate de potasse qui se forme pendant l'opération, et qui se dissout dans l'alcool avec le sulfo-cyanure de potassium.

Le sulfo-cyanure de potassium a une parfaite ressemblance avec le nitre desséché; il ne contient ni eau ni hydrogène; il est soluble dans l'alcool; il se fond à la chaleur rouge sans éprouver d'altération. L'eau régale le transforme en bisulfate de potasse, etc. Il est composé de :

Potassium.....	0,4015	...	1 atome.
Azote.....	0,1453	...	2 atomes.
Carbone.....	0,1235	...	4 atomes.
Soufre.....	0,3297	...	4 atomes.
	1,0000		

Et le sulfure de cyanogène est composé de :

Azote. . . .	0,2428	.. 1 atome.	.. 1 volume.
Carbone. . .	0,2063	.. 2 atomes.	.. 1 volume.
Soufre. . . .	0,5509	.. 2 atomes.	.. 1 volume.
	1,0000		

On n'a pas encore pu l'obtenir en état isolé.

Il est évident que quand un sulfo-cyanure se change en hydro-cyanate sulfuré en se dissolvant dans l'eau, comme cela arrive au sulfo-cyanure de fer, le sulfure de cyanogène se combine avec l'hydrogène dégagé de l'eau par l'oxidation du métal. Or, comme pour chaque atome d'oxigène absorbé par ce dernier, il y aura deux atomes d'hydrogène à combiner avec le sulfure de cyanogène, l'acide hydro-cyanique sulfuré sera composé d'un volume égal de chacun de ses élémens, ou de :

Hydrogène..	0,0168	.. 2 atomes.	.. 2 volumes.
Azote.	0,2385	.. 1 atome.	.. 2 volumes.
Carbone. . . .	0,2030	.. 2 atomes.	.. 2 volumes.
Soufre.	0,5417	.. 2 atomes.	.. 2 volumes.
	1,0000		

Les phénomènes relatifs aux sulfo-cyanures ne se laissent expliquer que par une théorie entièrement analogue à celle que l'on a adoptée, dans les derniers temps, pour les muriates, en considérant le gaz oximuriatique comme un corps simple (le chlore). Les décompositions et les recompositions de l'eau, que l'on a considérées comme une grande objection contre cette théorie, se font chez les sulfo-cyanures d'une manière qui ne laisse pas de doute sur leur réalité, et l'on peut ajouter à cela que les cyanures et sur-tout les sulfo-cyanures ont une analogie

complète avec les sels formés par des bases oxigénées et par des acides oxigénés.

Si l'on chauffe jusqu'à fusion du sélénium avec du cyanure de potassium et de fer, on obtient du sélénio-cyanure de potassium pur et qui ne retient pas de fer. Ce composé est entièrement semblable au sulfo-cyanure ; il est fusible, soluble dans l'eau et dans l'alcool, mais il est moins permanent : les acides et les sels le décomposent et en séparent le sélénium. Il n'y a que les bases très-fortes qui puissent par leur présence déterminer la formation des sélénio-cyanures. Il est douteux qu'il existe des hydro-cyanates séléniés. Sélénio-cyanures.

Le tellure ne se combine pas avec les cyanures, même à une température suffisante pour opérer la fusion de ceux-ci.

---

15. *Procédé pour analyser la poudre à tirer.* (Annales de Chimie, *tome XVI, page* 434.)

Le procédé que l'on emploie ordinairement consiste à lessiver la poudre avec de l'eau pour séparer le nitre, et à traiter le résidu par la potasse, qui dissout le soufre et laisse le charbon. On pèse le nitre obtenu et le résidu charbonneux, et l'on dose le soufre par différence. Il convient de prendre deux portions de poudre : on lessive l'une pour avoir le nitre, on sèche le résidu et on le pèse ; on mêle l'autre portion immédiatement avec une égale quantité de potasse et un peu d'eau, et on chauffe le mélange, le soufre se dissout rapidement ; on lave ensuite jusqu'à ce que l'eau ne précipite plus par l'acétate de plomb.

Lorsque l'on veut déterminer la proportion

du soufre directement et d'une manière très-rigoureuse, il faut suivre le procédé suivant, qui est pratiqué depuis long-temps dans le laboratoire de la Direction des poudres.

On dessèche une certaine quantité de poudre pour connaître le degré d'humidité qu'elle contient. On évalue le nitre en lessivant la poudre, évaporant l'eau de lavage, et faisant fondre le résidu salin. Pour obtenir le soufre, on mêle 5 grammes de poudre avec un poids égal de sous-carbonate de potasse ne contenant point d'acide sulfurique; on pulvérise exactement le mélange dans un mortier, et on y ajoute ensuite 5 grammes de nitre et 20 gram. de chlorure de sodium. L'addition du carbonate de potasse est indispensable pour empêcher le soufre de se volatiliser : le sel marin sert à rendre la déflagration moins tumultueuse. Le mélange étant rendu bien intime, on l'expose dans une capsule de platine sur des charbons ardens; la combustion du soufre se fait tranquillement, et bientôt la masse devient blanche : l'opération est alors terminée. On retire la capsule du feu, et quand elle est refroidie, on dissout la masse saline dans l'eau; on sature la dissolution avec de l'acide nitrique ou de l'acide hydro-chlorique, et on précipite l'acide sulfurique qu'elle contient par le chlorure de barium. Du poids du sulfate de baryte obtenu on conclut le poids du soufre, et l'on a ensuite, par soustraction, le poids du charbon.

Il y a deux manières de précipiter l'acide sulfurique : la première, qui est généralement suivie, consiste à mettre dans la dissolution un léger excès de chlorure de barium, et à recueillir le sulfate de baryte sur un filtre; la seconde,

qui est beaucoup plus exacte, consiste à prendre une dissolution titrée de chlorure de barium, c'est-à-dire, dont on connaisse la proportion exacte en poids de chlorure de barium et d'eau, et de verser cette dissolution avec précaution et goutte à goutte dans celle qui contient l'acide sulfurique, jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité. La quantité d'acide sulfurique, et conséquemment la quantité du soufre, sont données par le poids du chlorure de barium employé : 1,000 de chlorure de barium correspondent à 0,1519 de soufre.

Pour verser le chlorure de barium, il faut se servir d'une pipette formée par une petite boule portant deux tubes droits opposés, et dont l'un est effilé, pour qu'on puisse modérer plus facilement l'écoulement du liquide, en appliquant l'index sur l'ouverture de l'autre tube. Ce tube effilé traverse un bouchon de liége destiné à fermer le petit flacon qui contient la dissolution, afin d'empêcher toute évaporation : on remplit la pipette par aspiration, on applique aussitôt le doigt sur son extrémité, et on la retire avec la précaution de ne jamais lui faire toucher le goulot du flacon, pour ne pas y déposer du liquide. On pèse le flacon, qui doit être léger, avec sa pipette, avant la précipitation, et on le pèse de nouveau après.

---

16. *Analyse du sous-sulfate d'alumine et de potasse, ou de l'alun saturé de sa terre; par M.* Anatole Riffault. (Annales de Chimie, *tome XVI, page* 355.)

M. Riffault s'est procuré le sous-sulfate d'alumine et de potasse, en tenant une dissolution

d'alun ordinaire en ébullition, et y versant de la potasse presque jusqu'à neutralisation; il a bien lavé le précipité, et il l'a fait dessécher à une température inférieure à 100°. Ce sel est insoluble dans l'eau; mais il se dissout facilement dans l'acide muriatique. Pour en faire l'analyse, il a dosé l'acide sulfurique, l'alumine et le sulfate de potasse, produits par une certaine quantité de sel, et il a déterminé la proportion de l'eau par différence. Il a eu pour résultat:

1 atome.....	Potasse,...0,10824		Sulf. de pot.	0,20019
4 atom. 0,36187	Acide sulfu. 0,09195			
	Acide sulfu. 0,26992		S.-sul. d'al.	0,62157
9 atomes.....	Alumine...0,35165			
9 atomes.....	Eau.....0,17824	Eau.....		0,17824
	1,00000			1,00000

Il y a un sous-sulfate d'alumine et d'ammoniaque, analogue au sous-sulfate d'alumine et de potasse, et que l'on obtient de la même manière. Il est composé de:

1 atome.....	Ammoniaque. 0,04164		Sulf. d'amm.	0,13880
4 at. 0,38724	Acide sulfur.. 0,09814			
	Acide sulfur.. 0,28910		S.-sulf. d'al.	0,66580
9 atomes....	Alumine.....0,37572			
9 atomes....	Eau.....0,19540	Eau.....		0,19540
	1,00000			1,00000

17. *Nouveau moyen d'analyser les pierres alcalines; par M.* P. Berthier, *ingénieur des mines.* (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 28.)

On sait que la plupart des pierres sont des silicates simples ou multiples, ou des combinaisons de silice avec des terres, des alcalis et des oxides de fer et de manganèse. Elles sont le plus souvent inattaquables par les acides; ceux-ci n'agissent sur elles que lorsqu'elles renferment un grand excès de base ou lorsqu'elles contiennent beaucoup d'eau de cristallisation. Pour les analyser, on les fait fondre ordinairement avec de la potasse ou avec de la soude; mais lorsque l'un de ces alcalis se trouve au nombre de leurs principes constituans, il faut avoir recours à d'autres agens: on se sert alors ou de la baryte ou de l'acide borique.

La baryte serait d'un usage fort commode si, par son moyen, on pouvait attaquer complétement une pierre en une seule opération; mais on sait qu'il n'en est pas ainsi, et que, pour obtenir une décomposition totale, il faut chauffer à diverses reprises, avec du nitrate ou du carbonate de baryte, la partie de la matière que les acides ne peuvent dissoudre; ce qui, en multipliant les opérations, emploie du temps et occasionne des pertes. Cet effet résulte de ce que la combinaison qui se forme n'étant pas fusible à la température de 50 à 60° pyrométriques, à laquelle on opère ordinairement, l'action de la baryte ne peut pénétrer que difficilement jusqu'au centre de chaque particule de la pierre. Si l'on portait la température jusqu'à 150°, la fusion aurait certainement lieu; car les silicates de baryte sont fusibles à cette température, et sont par conséquent propres à déterminer la fusion des autres silicates; mais on courrait le risque de perdre une portion considérable de l'alcali par volatilisation (1).

(1) Toutes les fois que l'on chauffe à une très-haute tem-

L'acide borique étant extrêmement fusible, et donnant lieu à des combinaisons qui le sont également, attaque les pierres avec une très-grande facilité et les rend complétement solubles dans les acides. Néanmoins on l'emploie moins souvent que la baryte, parce que sa présence complique la suite de l'analyse, sur-tout en ce qui concerne la séparation de l'alcali.

Comme l'oxide de plomb est aussi très-fusible et forme des silicates qui se fondent assez facilement, et comme il est aisément précipité de ses dissolutions par l'acide sulfurique et par l'hydrogène sulfuré, j'ai pensé qu'on pourrait s'en servir dans l'analyse des pierres alcalines, et qu'il réunirait tous les avantages qu'offrent séparément la baryte et l'acide borique, sans avoir aucun de leurs inconvéniens. L'essai que j'en ai fait m'a parfaitement réussi, et depuis plus d'un an je l'emploie constamment au laboratoire de l'Ecole des Mines. L'usage de ce nouvel agent est si commode, que je crois rendre service aux personnes qui s'occupent d'analyse minérale en le leur faisant connaître : il leur facilitera la recherche des alcalis dans les pierres;

pérature un verre alcalin avec des bases fixes employées en proportions convenables pour former une combinaison fusible avec la silice, il se volatilise une portion de l'alcali : c'est un fait que j'ai constaté par une expérience directe. J'ai soumis à la température d'un four à porcelaine, dans un creuset brasqué de charbon, un mélange, exactement pesé, de verre à vitre, contenant 0,16 de soude, de l'alumine et du carbonate de chaux : j'ai obtenu une matière bien vitrifiée, et j'ai reconnu par son poids qu'il avait dû se volatiliser 0,09 de soude, c'est-à-dire plus de la moitié de ce qu'en contenait le verre à vitre.

cette recherche est au nombre de celles qui peuvent contribuer le plus aux progrès de la minéralogie.

Je me suis d'abord servi de carbonate de plomb (céruse de Clichy bien pure) dans la proportion de trois fois le poids de la pierre. En chauffant au rouge dans un creuset de platine, ou même dans un creuset d'argent, la fusion a été parfaite et la matière s'est laissé ensuite attaquer complétement par les acides. Mais j'ai remarqué que les creusets devenaient souvent raboteux dans l'intérieur, et il m'est arrivé deux fois de les percer. J'ai reconnu que ces accidens étaient occasionnés par l'action fondante qu'exerce sur l'argent et sur le platine une petite quantité de plomb métallique qui se produisait pendant l'opération, et que la production de ce plomb métallique pouvait avoir deux causes : 1°. la présence dans la pierre d'une substance susceptible de réduire l'oxide de plomb, telle que le charbon et peut-être le protoxide de fer; 2°. le contact des vapeurs combustibles qui émanent du foyer, et qui finissent par remplir le creuset en en chassant l'air atmosphérique, sur-tout lorsqu'on ne le tient pas constamment fermé. Il serait possible de remédier à la première cause en calcinant préalablement la pierre avec le contact de l'air; mais il paraît difficile d'éviter complétement les fâcheux effets de la seconde.

Pour obvier à ces inconvéniens, qui auraient suffi pour faire abandonner le procédé, j'ai substitué le nitrate de plomb à la céruse, dans l'espoir que l'acide nitrique suroxiderait toutes les matières avides d'oxigène, et qu'il remplirait le creuset de vapeurs nitreuses qui empêcheraient

les vapeurs combustibles d'y pénétrer. C'est effectivement ce qui est arrivé. L'expérience m'a appris que l'on pouvait même se contenter de mêler au carbonate de plomb une certaine proportion de nitrate.

Voici comment il faut opérer. On porphyrise la pierre et on la mêle exactement avec 2 part. de nitrate de plomb et 1 part. de céruse également porphyrisés ; on met le tout dans un petit creuset de platine couvert, et on place ce creuset dans un autre creuset, que l'on ferme aussi avec son couvercle. On chauffe les creusets dans un fourneau ordinaire, et on les tient au rouge pendant un quart d'heure seulement sans les découvrir. La fusion a lieu tranquillement et sans boursoufflement, et l'on obtient un verre jaunâtre ou brunâtre, transparent et liquide. On saisit le petit creuset avec une pince, on le renverse au-dessus d'une capsule qui contient de l'eau, et on en fait sortir le plus de matière que l'on peut à l'aide de la spatule, puis on le plonge lui-même dans l'eau. La substance vitreuse, subitement refroidie, se divise en petits fragmens et devient facilement attaquable par les acides. On la fait bouillir avec de l'acide nitrique pur, et on l'écrase de temps en temps avec un pilon d'agate ou de porcelaine : la silice reste pure dans un état visqueux. On précipite l'oxide de plomb par l'acide sulfurique, et l'on s'assure que la liqueur n'en retient plus au moyen de l'hydrogène sulfuré. On fait bouillir ensuite avec du carbonate d'ammoniaque, et on analyse le précipité par les moyens ordinaires ; enfin on évapore la liqueur à siccité ; on calcine les sels dans un creuset de platine, on recueille le résidu, et on le pèse.

Ce résidu contient l'alcali à l'état de sulfate, quelquefois un peu acide, et presque toujours du sulfate de magnésie. Il y a plusieurs moyens d'en faire l'analyse : je vais indiquer succinctement les trois principaux.

1°. On précipite l'acide sulfurique par l'acétate de baryte, le poids du précipité donne la proportion de l'acide sulfurique ; on précipite ensuite l'excès de baryte par le carbonate ou par l'oxalate d'ammoniaque ; on évapore à siccité et on calcine les sels : le résidu est un mélange de sous-carbonate alcalin et de magnésie caustique ; on le pèse : on le laisse exposé à l'air, il tombe bientôt en déliquescence, s'il contient de la potasse ; on le traite par l'eau, la magnésie reste ; on la pèse et on a, par différence, le poids du carbonate alcalin ; on examine ensuite si ce carbonate est à base de potasse, de soude ou de lithion. Lorsque les sulfates obtenus sont bien neutres, il suffit de déterminer très-exactement la proportion de l'acide sulfurique et de la magnésie pour connaître la nature de l'alcali ; les autres déterminations ne servent que de moyens de vérification.

2°. On précipite en même temps l'acide sulfurique et la magnésie par l'eau de baryte, puis l'excès de baryte par le carbonate d'ammoniaque, on évapore et on calcine : on a le sous-carbonate alcalin pur. On sépare ensuite la magnésie du sulfate de baryte au moyen d'un acide.

3°. On précipite la magnésie par l'eau de chaux, la chaux par le carbonate ou par l'oxalate d'ammoniaque ; on évapore, on calcine : on a alors la magnésie immédiatement, et l'alcali à l'état de sulfate.

Comme l'analyse des pierres par la potasse est toujours plus simple et plus facile que celle que l'on peut faire par tout autre moyen, lorsqu'on n'a pas la certitude de la présence d'un alcali, il est convenable d'en faire d'abord la recherche, indépendamment de toutes les autres substances. On procède à cette recherche comme il suit :

On mêle la pierre porphyrisée avec trois fois son poids de céruse (1) ; on met le mélange dans un creuset de Hesse de grandeur telle qu'il en soit à moitié rempli, et l'on introduit ce creuset dans un autre creuset de même espèce. On chauffe à la chaleur blanche, jusqu'à ce que la matière soit parfaitement liquide. Alors on retire le petit creuset lorsqu'il est refroidi, on le concasse, et on trie avec soin le verre et toutes les portions du creuset auxquelles il adhère. On réduit le tout en poudre fine, et l'on fait bouillir cette poudre avec de l'acide muriatique du commerce. Quand on juge que l'acide a suffisamment agi, on évapore à siccité, on reprend par une petite quantité d'eau bouillante, on décante et on lave à plusieurs reprises avec peu d'eau. La silice se trouve séparée avec la plus grande partie du plomb à l'état de muriate. On précipite ce qu'il en reste dans la dissolution, ainsi que toutes les terres et les oxides métalliques qui proviennent de la pierre, par l'eau de chaux, puis la chaux par le carbonate d'ammoniaque bouillant; on évapore à siccité, on ajoute au résidu un peu d'acide sulfurique, et on le calcine; l'alcali reste à l'état de sulfate. Si l'on était assuré de l'absence de la magnésie, on pourrait précipiter immédiatement la liqueur muriatique par le carbonate d'ammoniaque, sans employer l'eau de chaux.

(1) Comme on n'opère pas dans un creuset métallique, il est inutile de mêler la céruse de nitrate de plomb, qui coûte beaucoup plus cher. On pourrait remplacer la céruse par le minium ou par la litharge.

18. *Nouvelle couverte pour la porcelaine; par M.* Rose de Coalport. (Transaction of the Society of arts, 1820.)

On fait friter un mélange de 27 parties de feldspath couleur de chair de Velchport, 18 parties de borax, 4 de sable, 3 de tartre, 3 de soude et 3 de kaolin : on broie la matière fritée, et on y ajoute 3 parties de borax. La poudre donne une excellente couverte, qui s'étend sur la porcelaine sans grains ni gerçures, et sur laquelle les couleurs réussissent d'une manière remarquable, même le vert de chrôme, et sans qu'il se manifeste de ces taches ou de ces rayures qui se remarquent si souvent sur les couleurs des porcelaines de France.

19. *Sur la dissolubilité et la cristallisation de la chaux; par M.* Philips. (Annales de Chimie, *tome XVI, page* 213.)

M. Dalton a le premier observé que la chaux est plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude, et il a de plus donné la table suivante, destinée à faire connaître les différences de solubilité pour diverses températures.

Une partie d'eau à	Prend en chaux.	Prend en hydrate de chaux.
15°,6 centigrades.	$\frac{1}{770}$	$\frac{1}{584}$
54°,4.....	$\frac{1}{972}$	$\frac{1}{729}$
100°,0.....	$\frac{1}{1270}$	$\frac{1}{952}$

A la température de la glace fondante, l'eau dissout deux fois plus de chaux qu'à la température de l'ébullition.

M. Philips a vérifié l'exactitude de ces résultats ; il a de plus remarqué que lorsqu'on fait bouillir une dissolution de chaux saturée à froid, il se précipite de l'hydrate de chaux sous la forme de petits cristaux, et il croit être assuré que la liqueur refroidie retient beaucoup moins de chaux que ne le comporte sa température : il attribue tous ces effets à la force de cohésion de la chaux, force dont il suppose que l'intensité croît avec la chaleur.

Le rédacteur des *Annales de Chimie* n'admet pas cette explication, et il doute que l'eau de chaux bouillie et refroidie retienne moins de chaux en dissolution que l'eau de chaux froide non bouillie, ainsi que l'avance M. Philips. Il fait remarquer que la chaux n'est pas le seul corps qui soit moins soluble à chaud qu'à froid ; que le sulfate de soude, par exemple, est aussi dans ce cas, et que ce phénomène doit cesser de paraître extraordinaire lorsqu'on se rappelle que la chaleur, d'abord nécessaire pour produire une combinaison, détruit souvent cette même combinaison quand son intensité est devenue plus grande : c'est que la chaleur, après avoir exalté les forces attractives des molécules des corps, peut souvent les affaiblir et même les changer en forces répulsives.

20. *Moyen de distinguer la strontiane de la baryte.* (Journal of Sciences, 1821, *p.* 189.)

Prenez un sel soluble de la terre à essayer ; faites-le dissoudre dans l'eau ; versez dans la dissolution du sulfate de soude en excès, et filtrez : la liqueur étant bien limpide, ajoutez-y du sous-carbonate de potasse ; si elle se trouble, la terre était de la strontiane ; si elle reste claire, la terre était de la baryte.

21. *Sur quelques combinaisons dans lesquelles un des élémens n'entre que pour une très-petite proportion ; par M.* Grouvelle. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 354.)

La magnésie et l'oxide de cuivre précipités de leur dissolution par la potasse, par la soude et par la baryte, retiennent en combinaison une quantité notable du précipitant que l'eau ne peut enlever. La magnésie retient jusqu'à 0,04 de baryte, l'oxide de cuivre en retient 0,01 à 0,02.

22. *Sur les moyens de préparer l'oxide de chrôme ; par M.* P. Berthier, *ingénieur des mines.* (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 57.)

Jusqu'ici on a préparé l'oxide de chrôme par l'un des moyens suivans : 1°. en décomposant le chrômate de mercure par le feu ; 2°. en faisant bouillir le chrômate de potasse avec de l'acide muriatique concentré, ou avec un mélange d'acide muriatique et d'alcool, et précipitant ensuite par l'ammoniaque l'oxide de chrôme

que contient alors la dissolution; 3°. en versant dans une dissolution de chrômate de potasse un mélange d'acide muriatique ou sulfurique et d'un hydrosulfate ou d'un sulfure alcalin, faisant bouillir et précipitant ensuite l'oxide de chrôme; 4°. en faisant passer un courant de gaz acide sulfureux dans une dissolution de chrômate de potasse, et précipitant ensuite l'oxide de chrôme.

5°. M. Lassaigne a fait connaître dernièrement un cinquième moyen, que j'ai essayé, et qui donne de l'oxide très-beau. Il consiste à chauffer jusqu'à fusion le chrômate de potasse avec de la fleur de soufre, et à lessiver la matière (1).

6°. On peut aussi chauffer dans un creuset brasqué de charbon du chrômate de plomb sans aucun mélange : l'oxide de plomb se réduit en totalité, et le plomb métallique reste mêlé en grosses grenailles avec l'oxide de chrôme. On sépare la plus grande partie du plomb en pilant et en tamisant, et on enlève les petits grains qui passent à travers le tamis, en traitant la poussière par l'acide nitrique : il reste de l'oxide de chrôme très-pur.

7°. Enfin j'ai encore trouvé le procédé suivant, qui est le plus économique de tous : il consiste à réduire le chrômate de potasse par le charbon. Si l'on opère sur de très-petites masses, on chauffe, à la chaleur blanche, pendant une demi-heure environ, le chrômate de potasse dans un creuset brasqué de charbon; on triture la masse fondue, on la fait digérer dans l'eau, et on met la liqueur en ébullition pendant quelques instans : le dépôt bien lavé et calciné est de l'oxide

(1) *Annales des Mines*, t. VI, p 131.

de chrôme très-pur. Lorsque l'on opère sur de grandes quantités à-la-fois, il devient nécessaire d'ajouter au chrômate de potasse une matière réductive, comme de la sciure de bois, du noir de fumée ou de la poussière de charbon, parce que la réduction par cémentation exige alors trop de temps : l'oxide de chrôme est, dans ce cas, mélangé avec l'excès du réductif; on l'en débarrasse aisément par un léger grillage; il ne peut y rester ensuite qu'un peu de cendre; mais la quantité en est fort petite, et il est d'ailleurs facile de l'enlever au moyen d'un acide. La liqueur alcaline retient quelquefois un peu d'acide chrômique; elle est alors colorée en jaune : cela aurait peu d'inconvéniens dans une manufacture, parce qu'en évaporant cette liqueur à siccité, on se servirait du carbonate de potasse qu'elle fournirait pour traiter le minerai de chrôme. L'emploi de ce résidu serait un des principaux avantages du procédé que je propose.

---

23. *Sur la composition et la capacité de saturation de l'acide chrômique; par M.* J. Berzelius. (Annales de Chimie, *tome XVII, p.* 7.)

Muriate de chrôme.

Du muriate de chrôme bien pur a été précipité d'abord par l'ammoniaque en excès, puis par le nitrate d'argent après avoir saturé l'excès d'ammoniaque par l'acide nitrique; on l'a trouvé composé de :

Acide muriatique.....	0,494	... 100
Oxide de chrôme.....	0,506	... 102,3

Lorsqu'on précipite d'abord le muriate d'argent et ensuite l'oxide de chrôme, on remarque

qu'une grande partie de ce dernier se précipite avec le muriate d'argent, probablement dans une combinaison triple.

Chrômate de plomb. Une dissolution de 10g. de nitrate de plomb ayant été infiltrée dans une dissolution de chrômate de potasse suffisante pour convertir l'oxide de plomb en chrômate, on a obtenu 9g. 8772 de chrômate de plomb, d'où il résulte que ce sel est composé de :

Acide chrômique..	0,31853	...	100
Oxide de plomb...	0,68147	...	213,924

D'après cela, la capacité de saturation de l'acide chrômique est de 15,34, nombre qui exprime la quantité d'oxigène contenue dans 213,924 d'oxide plomb.

On a traité du plomb rouge de Sibérie par un mélange d'alcool et d'acide muriatique, on a recueilli le muriate de plomb qui s'est formé et on a précipité ensuite l'oxide de chrôme contenu dans la dissolution par l'ammoniaque ; on a fait évaporer à siccité la liqueur filtrée, et le résidu ayant été calciné, a laissé encore une petite quantité d'oxide de chrôme. Le résultat de l'analyse a été :

Oxide de plomb.....	0,6838
Oxide de chrôme.....	0,2425
Perte ou oxigène.....	0,0737

L'oxigène contenu dans 6828 d'oxide de plomb étant de 49, qui $\times 1\frac{1}{2} = 73{,}5$, il en résulte que lorsque l'acide chrômique est réduit à l'état d'oxide vert, il perd une quantité d'oxigène équivalent à une fois et demie sa capacité de saturation.

Chrômate de baryte. 10g. de chrômate de baryte ayant été dissous

dans un mélange d'acide muriatique et d'alcool, on a précipité dans la dissolution la baryte par l'acide sulfurique et ensuite l'oxide de chrôme par l'ammoniaque : on a remarqué que le sulfate de baryte entraînait toujours une petite quantité d'oxide de chrôme. L'analyse a donné :

Baryte.....	0,5988
Acide de chrôme.....	0,3043
Perte ou oxigène.....	0,0969

Les 5988 de baryte contiennent 62,6 d'oxigène ; or, $62{,}6 \times 1\frac{1}{2} = 93{,}9$, résultat d'accord avec le précédent.

D'après ces expériences, il paraît certain que l'acide chrômique contient deux fois autant d'oxigène que l'oxide de chrôme, et que dans les chrômates neutres l'acide contient trois fois autant d'oxigène que la base.

L'oxide vert est composé de : Oxide de chrôme.

Chrôme....	0,7011	...	100
Oxigène....	0,2909	...	42,64

Et l'acide chrômique de : Acide chrômique.

Chrôme....	0,5398	...	100
Oxigène....	0,4602	...	85,65

---

24. *Sur la combinaison de l'acide chrômique avec l'acide sulfurique, et sur la conversion de l'alcool en éther sulfurique, par un procédé nouveau ; par M.* Gay-Lussac. (Annales de Chimie, *tome XVI, p.* 102.)

Lorsqu'on fait bouillir de l'acide sulfurique sur du chrômate de plomb ou de baryte en grand excès, on n'obtient point d'acide chrômique pur, mais un liquide qui, soumis à une évaporation

ménagée, cristallise en petits prismes quadrangulaires d'un rouge foncé. Ces cristaux sont très-solubles dans l'eau et même déliquescens; ils sont composés d'un atome d'acide sulfurique et d'un atome d'acide chrômique; l'alcool dissout facilement ce composé, mais pour peu qu'il soit concentré, l'action réciproque des corps qui sont en présence est extrêmement vive et peut même être suivie d'explosion; l'acide chrômique est ramené à l'état d'oxide et il se forme de l'éther sulfurique. L'alcool éprouve la même décomposition lorsqu'on substitue le peroxide de manganèse à l'acide chrômique : dans l'un et l'autre cas, il se forme de l'éther sulfurique et de l'huile douce du vin, sans que l'acide sulfurique éprouve aucune altération.

---

25. *Sur quelques composés de chrôme; par M.* Grouvelle. (Annales de Chimie, *tome XVII, p.* 349.)

Chrômate acide de potasse.

Le chrômate acide de potasse est anhydre; calciné fortement, il fond, et passe à l'état de chrômate neutre en abandonnant la moitié de son acide, qui se transforme en oxide cristallisé en paillettes d'un vert magnifique. L'acide sulfureux le convertit en sulfate de potasse et en sulfate et sulfite de chrôme; il est composé de :

Acide chrômique....	0,68846	... 2 atomes.
Potasse.....	0,31154	... 1 atome.

Carbonate de chrôme.

On peut obtenir le carbonate de chrôme :

1°. En faisant passer un courant de deutoxide d'azote et d'air à travers le chrômate de potasse mêlé de carbonate alcalin;

2°. En évaporant à siccité à une douce chaleur un mélange de nitrate d'ammoniaque, de chrômate et de carbonate de potasse;

3°. En chauffant à une douce chaleur un mélange de muriate d'ammoniaque, de nitre, de chrômate et de carbonate de potasse.

Chrômates de plomb.

Tous les alcalis font passer au rouge la couleur jaune du chrômate de plomb ordinaire : la litharge jouit également de cette propriété; le chrômate jaune et les chrômates rouges sont tous des chrômates neutres, mais les chrômates rouges contiennent 0,01 à 0,015 d'alcali, qui paraît être combiné avec de l'oxide de plomb.

Chrômates de bismuth.

Le chrômate de bismuth, qui est d'un très-beau jaune, devient rouge par les alcalis comme le chrômate de plomb.

Chrômates.

Le minerai de chrôme du Var est un chrômite de peroxide de fer. On peut obtenir ce chrômite en versant du chrômate de potasse dans une dissolution de sulfate vert de fer : en substituant du muriate de manganèse ou du muriate d'étain ou sulfate de fer, on obtient des chrômites de manganèse et d'étain : le premier est brun marron, le second est vert.

Les chrômites se dissolvent dans les acides, et en sont précipités sans être décomposés. Le chlorate de potasse et le nitre les convertissent en chrômates alcalins et en oxides métalliques. Les alcalis caustiques ne les décomposent qu'incomplétement : on n'a aucun moyen d'en faire l'analyse rigoureusement.

---

26. *Sur la capacité de saturation de l'acide molybdique ; par M.* J. Berzelius. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 5.)

Bucholz a trouvé, par une série d'expériences très-exactes, que le sulfure de molybdène contient 60 de métal sur 40 de soufre, et que 60 de métal absorbent 30 d'oxigène pour devenir acide molybdique.

En précipitant un poids déterminé de nitrate de plomb dissous dans l'eau, par un excès de molybdate d'ammoniaque bien neutre (recueilli en cristaux dans une dissolution contenant un excès d'ammoniaque), on obtient du molybdate de plomb neutre qui renferme tout l'oxide de plomb du nitrate. D'après le poids du nitrate et celui du molybdate, on trouve que ce dernier est composé de :

Acide molybdique...	0,39185	...	100
Oxide de plomb.....	0,60815	...	155,2

Or, 155,2 parties d'oxide de plomb contiennent 11,129 d'oxigène, qui sont à très-peu près le tiers de la quantité d'oxigène que renferme l'acide molybdique, d'après la composition trouvée par Bucholz. Il s'ensuit que, dans les molybdates neutres, l'acide contient trois fois autant d'oxigène que la base, et que l'acide molybdique est composé de :

Molybdène.....	0,66613	...	100
Oxigène.....	0,33387	...	50,12

27. *Sur la composition et la capacité de saturation de l'acide tunstique ; par M.* J. Berzelius. (Annales de Chimie, *t. XVII, p.* 13.)

Sulfure. En chauffant à une température supérieure à celle qui est nécessaire pour fondre le verre, un mélange de 1 partie d'acide tunstique en poudre, et de 4 parties de sulfure de mercure, on obtient du sulfure de tunstène sous la forme d'une masse d'un gris noirâtre, qui prend un brillant métallique par le frottement. Ce sulfure produit par le grillage 0,935 d'acide tunstique. Dissous dans l'eau régale, il donne avec le muriate de baryte 182 de sulfate de baryte. Il suit de là que le sulfure de tunstène est composé de :

Acide.

Tunstène...	0,7489	...	100
Soufre.....	0,2511	...	35,5

Et que l'acide tunstique contient :

Tunstène...	0,8009	...	100
Oxigène....	0,1991	...	24,9

Bucholz y avait trouvé 0,20 d'oxigène.

Sels. 100 parties de tunstate d'ammoniaque cristallisé, mis dans une cornue munie d'un petit récipient rempli de potasse caustique, ont perdu 6,338 d'ammoniaque, et ont produit 6,662 d'eau et 87 d'acide tunstique d'une couleur bleue d'indigo. Cet acide bleu, chauffé à l'air, est devenu jaune sans augmenter sensiblement de poids. L'ammoniaque obtenu équivaut à une quantité de base, qui contiendrait six fois moins d'oxigène que l'acide tunstique.

Dans le tunstate de chaux, et dans le wolfram, l'acide contient trois fois autant d'oxigène que les bases.

Oxide. Il y a un oxide de tnnstène. On le produit en faisant passer du gaz hydrogène sur de l'acide tunstique chauffé au rouge dans un tube de verre. Cet oxide est une poudre couleur de chocolat, qui par la voie humide ne se combine ni avec les bases ni avec les acides. Il prend feu à une température bien au-dessous du rouge et brûle comme de l'amadou. Il contient:

Tunstène....	0,857	...	100
Oxigène....	0,143	...	16,65

Les qualités d'oxigène contenu dans l'oxide et dans l'acide sont entre elles : : 2 : 3.

---

28. *Sur les oxides de manganèse; par M.* G. Forchammer. (Annals of Philosophy, *tome I, page* 50.)

Il y a trois oxides de manganèse.

Le protoxide contient:

Manganèse.....	100
Oxigène.....	31,29

Le deutoxide obtenu par la combustion du protoxide dans l'air contient:

Manganèse.....	100
Oxigène.....	41,72

On forme le peroxide en calcinant le carbonate dans l'air, ou en traitant le deutoxide par l'acide nitrique faible. Il contient deux fois autant d'oxigène que le protoxide.

Lorsqu'on décompose le nitrate de manganèse par la chaleur, on obtient nn oxide particulier, qui résulte de la combinaison d'un atome de peroxide avec un atome de deutoxide (1).

(1) Ces résultats diffèrent entièrement de ceux qui sont généralement adoptés et sont probablement inexacts.

29. *Effets singuliers de l'eau de mer sur la fonte de fer.* (Journal de l'Institution, n°. 24, *tome XII, page* 407.)

Dans un de ses voyages à Plymouth, M. Hatchette reçut de M. Whidbey un morceau de fer fondu provenant d'un canon qui était resté long-temps plongé dans l'eau de mer. Il était incrusté, sur une épaisseur d'uu pouce environ, par une substance qui avait l'apparence de la plombagine, cassante, grasse au toucher, et laissant sur le papier une trace noire. En faisant digérer cette matière dans de l'eau, elle y laissait un peu de muriate de fer, mais elle n'en éprouvait pas d'autre altération. Dans l'acide muriatique, il s'en dissolvait une portion considérable sans effervescence, et la dissolution offrait les propriétés du muriate de fer pur avec une trace de manganèse. La partie non-dissoute, réunie sur un filtre, lavée et séchée, était une ponssière noire avec éclat métallique, très-onctueuse au toncher et paraissant être de la plombagine pure. On y rechercha vainement le manganèse; la substance primitive était composée de :

Oxide fer.....	0,81
Plombagine.....	0,16
	0,97

Des ancres et autres objets de fer forgé qui avaient été soumis aux mêmes circonstances, étaient seulement oxidés à leur superficie, sans présenter aucune autre apparence particulière. On ne peut douter, d'après cela, que l'altération rapide et la destruction de la fonte de fer ne soit due en grande partie à une action galvanique.

La croûte de plombagine en contact avec la fonte produit un mouvement d'électricité qui favorise la décomposition de l'eau de mer et l'action de ses élémens. D'après la ressemblance de cette croûte avec celle décrite par M. Daniell et produite par l'action des acides sur le fer fondu, on s'attendait à y trouver une certaine quantité de silice, mais il n'y en avait point.

---

30. *Notice de quelques essais sur l'alliage de certains métaux avec l'acier fondu; par M. le lieutenant-colonel* Fischer de Schaffouse. (Bibliothèque universelle, *t. XVIII, p.* 73.)

Lorsqu'on expose du fer en barres, de l'acier et sur-tout de la fonte grise, entourés de beaucoup de charbon, à un feu violent pendant plusieurs heures, il se forme à la surface du métal fluide une espèce de graphite ou de carbure qui se présente sous la forme de lamelles très-minces, brillantes comme le fer oligiste, mais molles et qui tachent le papier.

J'ai mêlé 1 loth $\frac{3}{4}$ (1) de ce graphite avec un poids égal d'alumine pure pulvérisée, et j'ai exposé le mélange dans un creuset bien luté, pendant une demi-heure, à une chaleur assez forte pour fondre le fer malléable. J'ai trouvé au fond du creuset un culot qui pesait précisément 1 loth; sa cassure était grenue, de couleur argentine tirant un peu sur le jaune. Il était recouvert

(1) Le loth équivaut à une demi-once poids de marc ou à 15 grammes.

d'une poudre noire, exhalant une forte odeur de soufre et du poids de 1 loth.

J'ai fait fondre de nouveau de régule dans un creuset luté avec 10 fois son poids d'acier fondu; j'ai obtenu un lingot cristallisé à sa surface en rayons partant de divers centres, et dont la scorie qui le recouvrait avait pris l'empreinte; la surface de cette scorie était comme argentée; le lingot pesait 10 $\frac{1}{2}$ loth; quoique sa cassure fut très-lamelleuse, il était malléable. Je parvins à l'étirer sans fentes ni gerçures en un barreau de 11 pouces de longueur sur 3 lignes de largeur et une demi-ligne d'épaisseur. J'en cassai un bout à froid et je trouvai que le grain n'était pas aussi beau que celui de mon acier fondu; mais après l'avoir trempé, chauffé seulement au brun, il prit un grain si fin qu'on ne pouvait plus le distinguer à l'œil nud, et il acquit une dureté surprenante; sa surface polie se damasquinait très-promptement lorsqu'on l'exposait à l'action de l'acide sulfurique étendu: j'en ai fait faire deux canifs qui se sont trouvés excellens. Il paraît donc que l'acier est susceptible de s'allier avec l'aluminium et avec le graphite, et qu'il résulte de cet alliage un métal qui se rapproche du wootz, ainsi que l'a avancé M. Faraday.

Je remplis deux creusets, chacun de 25 livres d'acier fondu; je mis dans l'un de ces creusets $\frac{12}{20}$ de livre d'argent et je fis fondre, et je jettai dans l'autre creuset la même quantité d'argent après que l'acier fut fondu: il s'y enfonça aussitôt à cause de sa pesanteur spécifique. Je remuai le mélange avec une barre de fer enduite d'une couche mince d'argile, et peu de temps après je coulai la matière contenue dans chaque creuset dans une lingotière.

Après avoir étiré les deux lingots, je ne trouvai entre eux aucune différence. Les barreaux se laissèrent souder parfaitement j'en fis faire des rasoirs et des ciseaux à tailler les limes : les rasoirs étaient excellens : les ciseaux se trouvèrent d'abord moins durs que ceux qu'on fabrique avec l'acier fondu ordinaire ; mais en les trempant à une température un peu plus élevée, ils prirent toute la dureté désirable sans devenir cassans.

Les résultats de tous mes essais, que j'ai répétés sur des masses de 100 livres, se sont trouvés parfaitement conformes à ceux qui ont été annoncés par M. Faraday.

---

31. *Sur le carbure de nickel; par M.* Ross. (Annals of Philosophy, *tome II, page* 149.)

Le carbure de nickel obtenu en chauffant l'oxide de nickel avec de la résine ou avec du charbon, ressemble à la plombagine ; mais il est plus micacé. Lorsqu'on le chauffe jusqu'à fusion, il s'en sépare du nickel, qui forme un culot, et le reste du carbure adhère à la partie supérieure du culot. Ce carbure est inattaquable par l'acide nitrique, et l'on peut, par ce moyen, le séparer de l'excès de nickel et l'avoir pur.

---

32. *Sur les moyens d'analyser les mines de nickel; par M.* Berzelius. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 113.)

Avant d'exposer les procédés d'analyse des mines de nickel, il est nécessaire de faire connaître quelques propriétés des substances que l'on obtient dans ces analyses.

Oxide de nickel.

L'oxide de nickel se combine avec l'ammoniaque et avec la plupart des bases. Il est souvent fort difficile de le séparer de ces combinaisons.

On sépare l'oxide de nickel de la baryte, de la strontiane et de la chaux, en mêlant une dissolution concentrée du *niccolate* avec du carbonate ou du sulfate d'ammoniaque, qui précipite la terre et forme un sel double avec l'oxide.

Il n'y a pas d'autre moyen de séparer l'oxide de nickel de la magnésie, que de précipiter l'oxide métallique par l'hydrosulfure d'ammoniaque ; mais il faut décomposer aussitôt l'excès d'hydrosulfure d'ammoniaque par quelques gouttes d'acide nitrique, parce que l'hydrosulfure de nickel est soluble dans l'hydrosulfure d'ammoniaque.

Lorsqu'on verse un excès de potasse caustique dans une dissolution ammoniacale de nickel, tout ce métal en est précipité à l'état de niccolate de potasse. Ce composé est blanc verdâtre, mi-gélatineux, insoluble dans l'ammoniaque ; l'eau bouillante, employée en quantité suffisante, en sépare complétement la potasse.

Oxide de cobalt.

L'hydrosulfure de cobalt ne se dissout pas dans l'hydrosulfure d'ammoniaque comme celui de nickel.

Oxide de nickel et oxide de cobalt.

Parmi les moyens qui ont été imaginés pour séparer l'oxide de cobalt de l'oxide de nickel, le meilleur paraît être celui de M. Philips. Il consiste à dissoudre les deux oxides dans l'ammoniaque, et à précipiter l'oxide de nickel par la potasse caustique. Pour que l'opération réussisse, il faut que la liqueur soit très-étendue, et

que l'eau que l'on emploie ait été purgée d'air par une longue ébullition. Si l'eau contenait de l'air, l'oxide de cobalt se suroxiderait et se déposerait avec l'oxide de nickel. Il est plus facile de séparer par ce moyen beaucoup de nickel d'un peu de cobalt que de faire l'inverse.

Oxide de cuivre.

Le meilleur moyen de doser le cuivre, est de le précipiter d'une dissolution dans l'ammoniaque par une quantité de potasse caustique suffisante. Le précipité est l'hydrate $CA\,q^3$: il ne retient pas du tout d'alcali.

Oxide de cuivre et oxide de nickel.

On sépare aisément le cuivre du nickel en versant de l'hydrogène sulfuré dans une dissolution acide des deux métaux.

Oxide de zinc.

Oxide de nickel.

La potasse précipite l'oxide de zinc d'une dissolution ammoniacale après l'oxide de nickel, mais la séparation ne se fait pas exactement. Pour opérer cette séparation d'une manière rigoureuse, il faut mettre le mélange des deux oxides dans une boule soufflée au milieu d'un tube de verre, par lequel on conduit un courant de gaz acide muriatique sec; on chauffe la boule à la flamme d'une lampe à esprit de vin: le muriate de zinc distille, et peut être reçu dans l'eau, et le muriate de nickel, moins volatil, reste dans la boule.

Arseniate de nickel.

Tous les arseniates de nickel se dissolvent dans l'ammoniaque; ils sont complétement décomposés par la potasse, sur-tout si on les fait d'abord dissoudre dans l'ammoniaque. On ne peut les décomposer par l'hydrosulfate d'ammoniaque, parce que le précipité est soluble, tant dans un excès de ce réactif que dans l'ammoniaque.

Arseniate de fer.

L'arseniate et l'arsenite de protoxide de fer sont solubles dans l'ammoniaque; la dissolution,

exposée à l'air, prend une couleur verdâtre. L'arseniate et l'arsenite de peroxide de fer sont beaucoup plus solubles encore dans l'ammoniaque que les sels de protoxide.

Si l'on fait évaporer une dissolution d'arseniate de péroxide de fer dans de l'acide nitrique, jusqu'à ce que la plus grande partie de l'acide soit volatilisée, on obtient une poudre blanche insoluble dans l'eau, qui est l'arseniate neutre; chauffé à une température à peine lumineuse, il perd de l'eau et devient rouge; mais si l'on pousse le feu jusqu'au rouge, il paraît s'enflammer pour un moment et il redevient blanc jaunâtre; il se dissout dans l'ammoniaque; la dissolution, évaporée spontanément, laisse une masse rouge transparente: c'est un sous-arseniate double de fer et d'ammoniaque. Lorsqu'on chauffe ce sel, il donne d'abord un peu d'eau et de l'ammoniaque, puis de l'eau, du gaz azote et de l'acide arsenieux, et il se transforme en arseniate ferroso-ferricus. Le sous-arseniate double se dissout dans l'ammoniaque, mais l'eau pure le décompose et en sépare du sous-arseniate simple de peroxide de fer $Fe\,As$.

Le sous-arseniate simple de peroxide de fer est insoluble dans l'ammoniaque, même lorsqu'on le fait dissoudre d'abord par un acide.

La potasse caustique, même en excès, ne peut décomposer complétement l'arseniate de péroxide de fer; le résidu bien lavé retient 0,07 d'acide arsenique, et paraît être une combinaison de sous-arseniate et d'hydrate de peroxide de fer.

Arseniate de fer et arseniate de nickel.

Si dans une dissolution d'arseniate de nickel il y a du peroxide de fer, et si l'acide arsenique

ne suffit pas pour former des sels neutres avec les deux oxides, l'ammoniaque en précipite un sous-arseniate double de nickel et de peroxide de fer d'une coulenr vert d'olive, ou un mélange de ce sous-sel double et de sous-arseniate de fer.

Si l'on verse dans une dissolution d'arseniate de fer et d'arseniate de nickel, aussi neutre que possible, de l'acétate de plomb, il se précipite un mélange d'arseniate de plomb et d'arseniate de fer. Le sulfate de soude ne sépare pas tont l'oxide de plomb qui reste dans la liqueur : celle-ci en retient une petite quantité, que l'on peut précipiter à l'état de combinaison avec de l'oxide de nickel par un excès d'ammoniaque.

Arseniate de batyte.

Lorsqu'on précipite l'acide arsenique d'une dissolution par un sel de baryte, le précipité est un mélange d'arseniate neutre et de sous-arseniate; si on ajoute à la dissolution un grand excès d'ammoniaque, le précipité est un sous-arseniate, mais il en reste une quantité très-notable en dissolution dans l'ammoniaque; d'ailleurs les arseniates de baryte sont sensiblement solubles dans l'eau.

M. Berzelius a analysé comparativement un même minerai de nickel, contenant nickel, cobalt, fer, soufre et arsenic, par les trois procédés principaux qui avaient été suivis jusqu'alors : il a trouvé que ces procédés donnent des résultats très-approximatifs, mais non rigoureusement exacts, et il a imaginé un autre procédé qui ne laisse rien à désirer. Nous décrirons ce procédé après que nous aurons fait connaître les observations que l'emploi des anciennes méthodes a suggérées à M. Berzelius.

Premier procédé. On traite par l'acide nitrique, il reste du soufre; on précipite l'acide sulfurique que contient la dissolution acide par le muriate de baryte, puis l'excès de baryte employé par l'acide sulfurique; on fait passer ensuite un courant d'hydrogène sulfuré dans la liqueur, il se dépose du sulfure d'arsenic mêlé de soufre, on sèche ce sulfure sur un filtre taré, et on le pèse chaud, afin qu'il n'attire pas l'humidité; après quoi, on le fait dissoudre dans l'ammoniaque pour doser le soufre dont il est mélangé. On fait chauffer la liqueur pour suroxider le fer ramené au minimum par l'hydrogène sulfaté, et on y verse de l'ammoniaque, qui y détermine un petit précipité vert olive, formé d'arseniate de fer et d'arseniate de nickel; on dissout ce précipité dans l'acide muriatique, et on en sépare l'oxide de fer par le succinate d'ammoniaque : le succinate de fer donne une odeur très-sensible d'arsenic an chalnmeau; il ne reste plus après à séparer que le cobalt du nickel.

Cette méthode serait bonne si l'on pouvait éviter qu'une petite quantité d'acide arsenique ne se formât par l'action de l'acide nitrique.

Deuxième procédé. On traite par l'eau régale, il reste du soufre; on sépare l'acide sulfurique comme il a été dit ci-dessus; on précipite ensuite la dissolution par un grand excès de potasse caustique; on reprend le précipité par l'acide mnriatique, et on ajoute à la liqueur un grand excès d'ammoniaque : il se dépose du sous-arseniate de fer pur (contenant 0,07 d'acide arsenique), et le liquide ammoniacal contient l'oxide de nickel et un peu d'acide arsenique; on en précipite l'oxide de nickel

à l'état de pureté par la potasse; on réunit ensuite les deux liqueurs potassées, et l'on en sépare l'acide arsenique en y introduisant une dissolution d'un poids déterminé de fer dans l'acide nitrique et ensuite de l'ammoniaque.

Ce procédé d'analyse serait très-bon, si l'on pouvait séparer rigoureusement tout l'acide arsenique de l'oxide de fer.

Troisième procédé. On traite par l'eau régale, on recueille le soufre; on précipite l'acide sulfurique par le muriate de baryte; on neutralise autant que possible la liqueur par l'ammoniaque, et on y verse de l'acétate de plomb: il se précipite un mélange d'arseniate de fer, d'arseniate de plomb et de muriate de plomb, et il ne reste plus dans la dissolution que de l'oxide de nickel, de l'oxide de cobalt et de l'oxide de plomb. On sépare la plus grande partie du muriate de plomb du précipité arsenical par le lavage; en traitant ensuite ce précipité par l'acide nitrique, il reste de l'oxide rouge de fer, qui retient un peu d'acide arsenique: la dissolution nitrique mêlée, d'abord avec du sulfate de soude, puis avec du nitrate d'argent, donne du sulfate de plomb et du muriate d'argent; on précipite l'excès d'argent par l'acide muriatique; on évapore à siccité et on reprend par l'eau, il reste un peu d'arseniate de plomb; enfin on précipite de la liqueur une petite quantité d'arseniate de fer neutre au moyen de la potasse.

On voit que ce procédé est trop compliqué pour qu'il puisse donner des résultats très-exacts.

Quatrième procédé. Voici maintenant celui qui a été imaginé par M. Berzelius, et qui consiste à traiter le minéral pas le gaz oximuriatique.

Sur un tube de baromètre, à la distance de 3 pouces d'un de ses bouts, on souffle une boule E (*Pl. II, fig.* 2.), de grosseur à n'être remplie qu'au tiers par la poudre de la substance que l'on veut examiner; de l'autre côté de la boule, on effile un peu le tube, et on y souffle une autre boule F plus petite; après quoi, on courbe le tube effilé, comme on le voit sur la figure en D E F G H; on pèse le tube, d'abord vide, et ensuite avec la substance à analyser, pour déterminer le poids de cette dernière.

Pour dégager le gaz oximuriatique, on peut se servir d'un vase A qui ait la capacité d'un ou tout au plus de deux litres; on y introduit un mélange de muriate de soude et d'oxide de manganèse, et on remplit le vase aux deux tiers d'eau. On en ferme ensuite l'ouverture avec un bouchon, à travers lequel passent un entonnoir allongé B, et un petit tube courbé qui donne issue au gaz. Du tube courbé le gaz passe dans un autre tube C, qui contient des petits morceaux de muriate de chaux fondu, et de celui-ci il entre dans le petit appareil qui contient la poudre à analyser. On garnit toutes les jointures avec des tubes de caoutchou fortement liés. Le tube effilé G H descend verticalement dans un flacon H I rempli aux deux tiers d'eau; ce tube passe par un bouchon de liége qui ferme l'ouverture du flacon, et qui contient encore un autre tube I K, long de 24 à 36 pouces, par lequel le gaz oximuriatique excédant sort, et peut être conduit hors de l'appartement.

Lorsque tout est ainsi disposé, on verse de l'acide sulfurique par l'entonnoir B dans la fiole, jusqu'à ce qu'un dégagement de gaz com-

mence à s'opérer ; on doit cependant prendre garde que le mélange ne s'échauffe trop : car il en résulterait une trop forte production de gaz oximuriatique. Le dégagement est assez fort quand quatre ou cinq bulles montent à chaque minute dans le flacon H I. Dès que la plus grande partie de l'air atmosphérique est remplacée par le gaz oximuriatique, on met une lampe à esprit de vin L à quelque distance au-dessous de la boule E. On n'a besoin que d'une faible flamme, et on doit éviter une trop grande chaleur, parce qu'il est difficile de chasser entièrement l'air atmosphérique, par lequel une petite portion de la mine pourrait produire de l'acide arsenieux, ce qui rendrait le résultat inexact. A mesure que la masse s'échauffe, on voit distiller un liquide orange, qui se condense dans la petite boule F ; et à mesure que celle-ci se remplit, le liquide coule par le tube G H et tombe dans l'eau.

L'opération continue de cette manière sans que l'on ait besoin de s'en occuper : il se forme du muriate de peroxide de fer, qui se sublime en paillettes rouges et transparentes, et dont une petite quantité se dépose même dans le tube E D ; c'est pourquoi il est bon de faire celui-ci assez long pour que la matière sublimée n'en sorte pas. Une autre portion du muriate de fer est entraînée par le courant de gaz dans la direction E F. Lorsque les acides se condensent avec les muriates, il en résulte une matière blanche et cristalline, dont une petite quantité passe même dans la boule F, qui a été faite pour empêcher le muriate de fer de descendre dans le flacon. Cette masse blanche est insoluble dans le liquide orange. Lorsqu'on a fait couler ce dernier dans

le flacon, on décompose la masse blanche par une légère chaleur, les acides doubles se volatilisent, et le muriate de fer reparaît avec sa couleur rouge.

Au moment où l'on cesse l'opération, une partie des acides volatils adhère encore aux parois du petit appareil, depuis la grande boule jusqu'à l'ouverture du tube H. Pour s'en défaire, on chauffe les deux boules en même temps, mais à une température incapable de volatiliser le muriate de fer, et pendant que les boules se refroidissent, on verse par l'entonnoir B une solution de carbonate de potasse, qui détermine un dégagement rapide d'acide carbonique, par lequel les dernières vapeurs des acides sont entraînées.

Quand enfin on a ôté D E F G H, on trempe G H à plusieurs reprises dans de l'eau pure, pour enlever les traces d'acide qui peuvent y être attachées tant intérieurement qu'extérieurement, et on verse cette eau dans le flacon. On dissout ensuite les muriates métalliques dans de l'eau : celui de fer se dissout promptement, mais celui de nickel repousse le liquide dans le commencement ; on doit ajouter à la dissolution une goutte d'acide muriatique, pour l'empêcher de se troubler ; on filtre et on pèse la partie non dissoute : c'est du minerai intact.

Cette dissolution contient du muriate de protoxide de fer mêlé avec du muriate de peroxide : c'est ce premier qui se forme d'abord, et qui se trouvant ordinairement enveloppé dans le muriate de nickel, ne peut se combiner avec une nouvelle dose de gaz oximuriatique ; il faut donc, pour porter le fer à son maximum d'oxidation, ajouter

de l'acide nitrique et faire bouillir; on sature ensuite avec de l'ammoniaque; on précipite le fer par un succinate alcalin, et on ajoute enfin un excès d'ammoniaque pour s'assurer qu'aucune substance insoluble dans cet alcali ne se trouve dans le liquide.

On étend le liquide ammoniacal de beaucoup d'eau, autant que possible privée d'air, et on précipite l'oxide de nickel par la potasse. Les oxides de cobalt et de cuivre restent dans la dissolution, et se déposent pendant l'évaporation de l'ammoniaque. On recherche ensuite si la liqueur contient de la silice, en la saturant avec de l'acide muriatique et en l'évaporant à siccité: les oxides de nickel et de cobalt retiennent aussi quelquefois de la silice, qu'il faut également y rechercher.

L'eau dans laquelle les vapeurs acides se sont condensées contient l'arsenic et le soufre (1). Le flacon qui la renferme doit être muni d'un bouchon à l'émeril: on lave l'intérieur du tube I K; on bouche le flacon et on le laisse dans un endroit chaud, afin que la plus grande partie du soufre précipité puisse être acidifiée. Si au bout d'un certain temps il en reste, on ouvre le flacon et on fait bouillir le liquide: par ce moyen le soufre s'agglutine et peut être ensuite commodément lavé et séché.

Pour s'assurer que la liqueur acide ne contient point de fer entraîné par une opération mal conduite, ni d'autres métaux dont les muriates sont volatils, on la sature aussi exactement que possible avec de la potasse caustique: s'il se

(1) Si le minéral contenait en même temps du bismuth, du zinc, de l'antimoine ou de l'étain, ces métaux se trouveraient aussi dans le liquide acide.

fait un précipité, on le recueille et on l'examine. On rend de nouveau la liqueur acide, et on en précipite l'acide sulfurique par le muriate de baryte: il est bon d'en séparer ensuite l'excès de baryte qu'elle contient, par une addition d'acide sulfurique; mais cela n'est pas nécessaire. On verse dans le liquide filtré une solution d'une quantité connue de fer métallique dans de l'acide nitrique, et l'on précipite ensemble l'oxide de fer et l'acide arsenique par de l'ammoniaque en excès. Si l'on attend pour faire cette opération que les autres ingrédiens aient été déterminés, on peut évaluer avec plus de précision la quantité de fer nécessaire pour précipiter l'acide arsenique: pour 1 atome d'arsenic, on prend 2 atomes de fer, ce qui équivaut en poids à 4 parties de fer pour 2 d'arsenic. Quoiqu'un excès d'oxide de fer augmente le volume du précipité, il contribue cependant à rendre le sous-arseniate moins gélatineux et plus facile à laver. On doit chauffer le sous-arseniate au feu, à deux reprises, pour s'assurer qu'il ne perd plus rien; car une petite quantité d'acide sulfurique adhère souvent à ce précipité avec beaucoup d'énergie.

---

33. *Sur la composition du deutoxide de cuivre; par M.* J. Berzelius. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 26.)

Le deutoxide de cuivre attire très-promptement l'humidité de l'atmosphère; il se réduit si rapidement par le gaz hydrogène, que, si on en plonge un morceau fortement chauffé, mais non pas rouge, dans une fiole remplie de gaz hydrogène, l'oxide prend feu et se réduit, et l'eau

ruissèle sur les parois de la fiole. D'après le poids que l'oxide perd dans cette réduction, on trouve qu'il doit être composé de :

Cuivre.....	0,79825	...	100
Oxigène.....	0,20175	...	25,272

34. *Analyse de l'acétate de cuivre; par M.* Philips. (Annals of Philsophy, *tome I, p.* 389.)

On a décomposé l'acétate de cuivre en le faisant bouillir avec de l'hydrate de chaux en excès : tout l'oxide de cuivre a été mis à nu, et il s'est formé de l'acétate de chaux. En faisant passer de l'acide carbonique à travers la dissolution de ce sel, on en a séparé l'excès de chaux et on a pu l'avoir parfaitement pur, en évaporant la liqueur à siccité ; on a déterminé la quantité d'acide acétique contenue dans l'acétate de chaux, en en précipitant la chaux par le carbonate de soude, et en pesant avec le plus grand soin le carbonate de chaux qui en résulte : on a trouvé que 100 de carbonate de chaux représentent 101,6 d'acide acétique.

Une autre portiou d'acétate de cuivre a été décomposée par la potasse caustique, et l'on a pesé l'oxide de cuivre précipité, après l'avoir calciné ; on a eu pour résultat :

	Acide acétique.....	0,492
	Deutoxide de cuivre...	0,392
D'où, par différence..	Eau.....	0,116
		1,000

Ce résultat diffère très-peu de celui que l'on déduirait de la supposition que l'acétate de cuivre cristallisé est formé de 2 atomes d'acide, de 1 atome de base et 3 atomes d'eau : telle doit donc être réellement la constitution de ce sel.

Le sulfate, le nitrate et l'acétate de cuivre solubles font effervescence avec le carbonate de chaux réduit en poudre très-fine, et sont transformés en d'autres sels insolubles. M. Philips est porté, d'après cela, à regarder les sels solubles comme des bisels.

35. *Sur les oxides d'antimoine et sur la capacité de saturation de ces oxides; par M.* J. Berzelius. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 16.)

Le sulfure d'antimoine est composé de : Sulfure.

Antimoine..	0,728	...	100
Soufre.....	0,272	...	37,3

En se dissolvant dans l'acide muriatique, il donne du muriate d'antimoine et de l'hydrogène sulfuré sans excès d'hydrogène ni de soufre ; il en résulte que l'oxide d'antimoine contient : Oxide.

Antimoine...	0,8432	...	100
Oxigène.....	0,1568	...	18,6

Lorsqu'on oxide 100 parties d'antimoine par l'acide nitrique pur, et qu'après l'évaporation on chauffe au rouge pour décomposer l'acide antimonique qui a pu se former, on obtient 124,8 d'acide antimonieux d'un beau blanc et très-pur. Cet acide contient donc : Acide antimonieux.

Antimoine...	0,8013	...	100
Oxigène.....	0,1987	...	24,8

Si l'on chauffe ensemble dans un vaisseau où l'air n'ait point accès, de l'acide antimonieux et de l'antimoine, l'acide se convertit en oxide en

s'unissant avec une portion de métal égale au tiers de la quantité qu'il en contient ; ce qui prouve que les quantités d'oxigène contenues dans l'oxide et dans l'acide sont entre elles : : 3 : 4.

Acide antimonique. L'acide antimonique renferme une quantité d'oxigène, qui est à celle que contient l'acide antimonieux : : 5 : 4; il est composé de :

Antimoine....	0,7634 ...	100
Oxigène.....	0,2366 ...	31

La capacité de saturation de l'acide antimonieux est $4{,}97 = \frac{19{,}87}{4}$.

La capacité de saturation de l'acide antimonieux est $4{,}73 = \frac{23{,}66}{5}$.

Hydrate. On a dissout de l'antimoine dans de l'eau régale ; on a évaporé la plus grande partie de l'acide, repris par une grande quantité d'eau et bien lavé le dépôt. Celui-ci était d'un beau blanc, c'était de l'hydrate d'acide antimonique. On l'a chauffé dans une cornue de verre : 100 parties ont donné 5 parties d'eau très-pure, et se sont converties en une poudre jaune de citron ; cette poudre, chauffée au rouge, a laissé 90,48 d'acide antimonieux. D'après cela, on voit que dans l'hydrate l'acide contient cinq fois autant d'oxigène que l'eau avec laquelle il est combiné.

---

36. *Sur les alliages de l'antimoine avec le potassium et avec l'arsenic ; par M.* G.-S. Sérullas. (Journal de Physique, *tome XCIII, page* 115.)

Lorsqu'on chauffe l'émétique à une température élevée, pendant deux ou trois heures, dans

un creuset fermé, on obtient, indépendamment des produits volatils connus, une masse spongieuse, formée de potassium, d'antimoine et de beaucoup de charbon ; cette matière, divisée par fragmens, avec la précaution d'éviter autant que possible le contact de l'air, peut être conservée dans des flacons à large ouverture : ces fragmens, exposés à l'air et aspergés de quelques gouttes d'eau, donnent lieu à une explosion d'autant plus vive, qu'ils sont plus gros et qu'ils ont été mieux conservés. Ils éclatent au moment de l'aspersion, et l'antimoine en fusion est lancé de toutes parts sous forme de petits boulets enflammés.

En brûlant une partie du charbon que contient l'acide de l'émétique, soit par un grillage à l'air, soit en y ajoutant un dixième de son poids de nitre, il donne, lorsqu'on le chauffe fortement dans un creuset fermé, un alliage de potassium et d'antimoine, jouissant de toutes les propriétés qui attestent la présence d'une grande quantité de potassium ; savoir, de s'aplatir sous le marteau, de dégager une quantité considérable de calorique, lorsqu'étant pulvérisé on l'expose à l'air, de lancer pendant sa porphyrisation une multitude de jets lumineux, de tourner vivement sur le bain de mercure humide, et de décomposer l'eau avec une grande énergie, en produisant du gaz hydrogène pur.

Presque tous les minerais de sulfure d'antimoine, et la plupart des préparations antimoniales dont on fait usage en médecine, excepté le beurre d'antimoine et l'émétique, contiennent des quantités très-notables d'arsenic. Les sulfures en contiennent de $\frac{1}{60}$ à $\frac{1}{20}$; les régules, de $\frac{1}{100}$ à

$\frac{1}{50}$: le kermès, l'oxide sulfuré vitreux, le sous-sulfate, l'antimonite de potasse, le protoxide ou fleurs argentines d'antimoine en contiennent de $\frac{1}{600}$ à $\frac{1}{300}$.

Pour reconnaître la présence de l'arsenic dans ces substances, on les fait chauffer avec leur poids de crême de tartre dans un creuset fermé, à un feu bien soutenu, pendant trois heures : il en résulte des alliages de potassium, qui, mis en contact avec l'eau, donnent du gaz hydrogène arsenié ; on reçoit ce gaz dans des éprouvettes larges de 8 à 9 centimètres, et on y met le feu : l'arsenic se dépose à l'état d'hydrure sur les parois du vase, et l'on juge approximativement de sa proportion d'après l'épaisseur du dépôt. Par ce moyen, on peut aisément reconnaître la présence de $\frac{1}{2000}$ d'arsenic dans une matière antimoniale quelconque. Quand cette matière contient déjà de la potasse, on y ajoute moins de son propre poids de crême de tartre. Si c'est un sulfure, on le soumet d'abord à un grillage pour en expulser une partie du soufre.

Comme l'émétique, ainsi que le beurre d'antimoine, même lorsqu'ils ont été préparés avec un minerai arsenical, ne renferment jamais d'arsenic, on peut les employer pour se procurer de l'antimoine parfaitement pur.

---

37. *Nouveau moyen de produire du froid artificiel.*

M. Macculoch a obtenu un abaissement de température de 50° de Fahrenheit, en mettant un peu de glace ou de grêle dans de l'alcool.

---

38. *Sur quelques combinaisons de l'or; par M.* S. Javal. (Annales de Chimie, *tome XVII, page* 337.)

M. Oberkampf a trouvé, par l'analyse de l'oxide précipité par la baryte, que 100 parties d'or se combinent avec 10,01 d'oxigène; le même chimiste a analysé le sulfure d'or: si l'on déduit la composition de l'oxide d'or de celui de ce sulfure, on trouve que 100 parties d'or se combinent avec 12,127 d'oxigène (1).

M. Berzelius a conclu la composition de l'oxide d'or de la quantité de mercure nécessaire pour décomposer un poids déterminé de chlorure d'or dissous dans l'eau, et il a trouvé que 100 parties d'or prennent 12,077 d'oxigène (2).

M. Pelletier admet, d'après l'analyse qu'il a faite du protoiodure d'or, que, dans le peroxide, 100 parties d'or sont combinées avec 10,0485 d'oxigène.

J'ai répété l'analyse de l'oxide d'or par le procédé de M. Oberkampf convenablement modifié. J'ai décomposé le chlorure pur et neutre par un grand excès de baryte; j'ai séparé la baryte du précipité par l'acide nitrique, et l'oxide d'or a été lavé à plusieurs reprises : il ne s'est déposé qu'avec une extrême lenteur, et il formait avec l'eau une masse gélatineuse d'un grand volume, ce qui m'a fait penser qu'il était à l'état d'hydrate. Je l'ai desséché à la chaleur de l'eau bouillante, en le tenant éloigné des charbons ar-

---

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXX, p. 140.
(2) *Annales de Chimie*, tome LXXXVII, p. 113.

dens, parce que je m'étais aperçu que l'oxide d'or est aisément décomposé par l'oxide de carbone.

J'ai introduit une portion de l'oxide desséché dans un tube communiquant avec la partie supérieure d'une cloche destinée à recevoir le gaz oxigène; j'ai chauffé l'oxide d'or jusqu'à ce que le dégagement du gaz cessât d'avoir lieu, puis j'ai laissé refroidir l'appareil et j'ai mesuré le volume du gaz: l'or, résidu de l'expérience, a été traité par l'acide muriatique, afin d'enlever les traces de baryte qu'il retenait encore. Une autre portion de l'oxide desséché a été soumise immédiatement à l'action de l'acide muriatique, elle a donné un faible résidu d'or métallique mêlé d'un peu de sulfate de baryte. D'après ces expériences, j'ai trouvé que 100 parties d'or prennent 11,909 d'oxigène, résultat parfaitement d'accord avec celui de M. Berzelius.

M. Pelletier a cru devoir révoquer en doute l'existence des sels triples d'or. J'ai constaté cette existence par une expérience directe. J'ai fait évaporer un mélange de chlorure d'or et de chlorure de potassium, j'ai obtenu des cristaux d'un beau jaune d'or ayant la forme de prismes quadrangulaires allongés. Exposés à l'action de la chaleur, ils ont d'abord abandonné de l'eau; bientôt après, ils se sont fondus en un liquide rouge brun foncé, et à la température de la fusion du verre ils ont commencé à dégager du chlore.

J'ai dissous dans l'eau une certaine quantité de ces cristaux, et j'ai fait passer dans la liqueur un courant de gaz acide hydrosulfurique: il s'est précipité du sulfure d'or, qui a été lavé, et qui,

chauffé au rouge, a donné de l'or métallique pur, que l'on a pesé. Le liquide a été exposé à l'air pendant quelques jours, afin de le débarrasser de l'acide hydrosulfurique. Je l'ai partagé en deux parties égales: dans l'une, j'ai dosé le chlore au moyen du nitrate d'argent; j'ai fait évaporer l'autre à siccité pour avoir la proportion de chlorure de potassium: l'eau de cristallisation a été déterminée par différence de poids. J'ai trouvé, par ce procédé, que le chlorure triple cristallisé contenait:

Chlorure de potassium.....	0,2426
Chlorure d'or.....	0,6864
Eau.....	0,0710
	1,0000

Or, en le supposant formé d'un atome de chlorure de potassium, de 2 atomes de chlorure d'or, et de 2 atomes d'eau, il contiendrait:

Chlorure de potassium.....	0,2521
Chlorure d'or.....	0,6871
Eau.....	0,0608
	1,0000

C'est donc là sa véritable composition.

Puisque les élémens que renferme cette substance s'y trouvent en proportions définies, et que d'ailleurs elle cristallise sous une forme particulière, etc., elle ne peut être considérée comme un mélange de chlorure d'or et de chlorure de potassium, ainsi que le fait M. Pelletier.

La preuve qu'il existe entre le chlorure d'or et les chlorures alcalins une certaine affinité se trouvait déjà dans une expérience de M. Oberkampf, qui consiste en ce qu'un chlorure alcalin

quelconque, ajouté au chlorure d'or en quantité suffisante, s'oppose à la précipitation ultérieure de l'oxide d'or par les alcalis.

---

39. *Sur la composition de l'oxide d'or; par M.* Berzelius. (Annales de Chimie, *t. XVIII, page* 151.)

J'ai réduit l'oxide d'or de sa dissolution muriatique par le phosphore, et j'en ai déduit pour l'atome d'or le même poids que j'avais déjà trouvé en décomposant le muriate d'or par le mercure. Le résultat de la décomposition du muriate d'or par le phosphore est tellement en harmonie avec celui tiré de la réduction du sulfate d'argent par la même quantité de phosphore, que j'ose prétendre que la composition de l'oxide d'or est connue avec la même certitude que celle de l'oxide d'argent, qui est une des mieux connues. J'ai mêlé du muriate neutre d'or avec du carbonate de soude pur; ce mélange a été évaporé à siccité et la masse chauffée au rouge : reprise par l'eau, elle a laissé 0g·,85 d'or pur, et le liquide a donné, par le nitrate d'argent, 1g·,9 de muriate d'argent. D'après cette expérience, le poids de l'atome de l'or serait 2,400 au lieu de 2,486; mais je crois ce dernier nombre plus exact. Dans tous les cas, il résulte de ces faits que le nombre 2,993 adopté par M. Pelletier est beaucoup trop fort.

Le protomuriate d'or, traité par l'eau bouillante, donne de l'or et une dissolution de muriate neutre très-pur. Cette dissolution est d'un rouge de rubis très-intense; elle donne par l'évaporation une masse saline rouge brun, qui se liquéfie promptement à l'air : une addition d'acide muriatique change à l'instant sa couleur en jaune, et il se forme un surmuriate qui, dans la nouvelle hypothèse sur la nature des muriates, doit être considéré comme un chlorure double d'or et d'hydrogène.

Le sur-muriate d'or est moins soluble que le muriate neutre, et cristallise aisément en forme de petites aiguilles d'un jaune d'or. Lorsqu'on le chauffe, il abandonne, d'abord de l'acide muriatique, ensuite viennent ensemble de l'acide muriatique et du gaz oximuriatique, de manière que le muriate neutre commence déjà à se décomposer en protomuriate, avant que l'excès de l'acide muriatique ait été entièrement volatilisé.

---

40. *Sur la composition de l'oxide de platine; par M.* J. Berzelius. (Annales de Chimie, *tome XVIII, p.* 146.)

J'avais déterminé la composition du protoxide de platine d'après celle du protomuriate ou du protochlure de ce métal, lequel, traité par la potasse caustique, donne un oxide noir et du muriate de potasse. J'avais déterminé la composition du peroxide par la réduction du platine, moyennant une quantité donnée de mercure; j'avais trouvé que ces oxides contiennent, le premier 0,0760, le second 0,1413 d'oxigène et que par conséquent le poids de l'atome de platine est de 1215,23.

M. Cooper a prétendu que mes expériences étaient inexactes, et que le protoxide de platine ne contenait que 0,043 à 0,047 d'oxigène; mais j'ai fait de nouvelles recherches, qui m'ont appris

qu'il n'y avait rien à changer à mes premiers résultats.

Du muriate de platine et de potasse cristallisé et bien sec, a été chauffé dans un appareil convenable ; il ne s'en est dégagé que du gaz oximuriatique sans trace d'humidité, et il est resté un mélange de platine métallique et de muriate de potasse. Une autre portion de sel double de platine a été chauffée dans un courant de gaz hydrogène, il s'en est dégagé de l'acide muriatique. On a trouvé, d'après ces expériences, que le muriate de platine et de potasse contient :

Gaz oximuriatique.....	0,29
Platine métallique.....	0,40
Muriate de potasse.....	0,31

Or, 31 de muriate de potasse ou de chlorure de potassium ne contiennent que moitié de 29 de gaz oximuriatique ou chlore : en prenant ce nombre 31 pour poids de l'atome du chlorure de potassium, 29 représente donc le poids de 4 atomes de chlore; il s'en suit que 40 représente le poids de 2 atomes de platine : de ces données on déduit pour le poids de l'atome du platine, rapporté à celui de l'oxigène pris pour unité, le nombre auquel mes anciennes expériences m'avaient conduit.

Ce résultat est encore confirmé par l'analyse du muriate double de platine et de soude, que j'ai trouvé composé de 0,1925 d'eau ou 12 atomes 1 atome de chlorure de sodium et 2 atomes de chlorure de platine.

Lorsqu'on traite du platine en poudre par la potasse caustique mêlée avec un peu de nitre, on obtient un platinure de potasse soluble et un autre qui est insoluble : peut-être ces sels contiennent-ils un oxide de platine intermédiaire entre le protoxide et le deutoxide.

---

41. *Note sur la combinaison du silicium avec le platine, et sur sa présence dans l'acier; par M. J. B.* Boussingault *élève mineur.* (Annales de Chimie, *tome XVI, p.* 5.)

Le platine chauffé dans un creuset de hesse à une température capable de fondre le manganèse, ne fond pas ; exposé à la même température dans un creuset brasqué de charbon, il fond complétement et il augmente d'environ $\frac{1}{200}$ de son poids. Le platine fondu dans un creuset brasqué est d'un blanc grisâtre, il se laisse à peine entamer par le couteau, il se forge très-difficilement; sa pesanteur spécifique est de 20,5; il ne se durcit pas sensiblement par la trempe. Le platine cémenté dans du charbon a les mêmes propriétés. Le platine fondu ou cémenté dans du charbon ne contient pas de carbone; mais lorsqu'on le dissout dans l'eau régale, il laisse une gelée siliceuse qui annonce la présence d'environ 0,005 de silicium. Il est probable que le silicium provient de la silice qui existe dans le charbon.

M. Boussingault a analysé, par le moyen de l'acide sulfurique étendu de 6 fois son poids d'eau, le fer de Rive, l'acier cémenté et l'acier fondu de la Bérardière, et l'acier-poule de Glascow: il a trouvé dans le fer de Rive 0,00175 de silicium, dans l'acier cémenté 0,0045 de carbone et 0,00225 de silicium, dans l'acier

fondu 0,00333 de carbone et 0,00225 de silicium et dans l'acier-poule 0,0050 de carbone et 0,00125 de silicium. L'acier Clouet, fabriqué en fondant ensemble du fer, de l'argile et de la craie, ne contient pas de carbone et renferme 0,008 de silicium. Le fer doux fondu dans un creuset de Hesse absorbe du silicium dans la proportion d'environ 0,0054.

On peut donc avancer maintenant, dit M. Boussingault que le silicium paraît au moins aussi nécessaire que le carbone pour la transformation du fer en acier, puisqu'il ne semble pas qu'il en existe sans silicium et qu'il est certain qu'il en existe sans carbone. Il faut bien se garder cependant, dans l'état actuel de nos connaissances sur le fer, de considérer le carbone comme un corps inutile dans l'acier; ce combustible est même peut être très-nécessaire pour le rendre plus facile à travailler. Un fait qui tendrait à prouver cette assertion, c'est que tous les aciers employés sont plus ou moins charbonneux et qu'on n'a fait aucun usage de celui de Clouet.

Sur les terrains calcaréo-trappéens du pied méridional des Alpes Lombardes;

Par Alexandre BRONGNIART (1).

L'auteur désigne par ce nom les terrains situés au pied méridional des Alpes Lombardes, qui sont composés de roches calcaires trappéennes, amygdaloïdes et basaltiques superposées et alternant ensemble, terrains déjà décrits par Arduino et sur-tout par Fortis, et qui sont situés la plupart dans le Vicentin.

Il ne recommence pas la description détaillée de ces terrains; il se borne à faire remarquer les roches, leur disposition, et les autres circonstances qui sont propres à constater la réalité des rapprochemens qu'il a cru pouvoir établir entre ces terrains et ceux auxquels il les compare. M. Brongniart a visité cinq endroits principaux, dont il indique, ainsi qu'il suit, les traits caractéristiques.

1°. Le Val-Nera. On y voit une alternance remarquable de calcaire en couches horizontales et d'agglomera trappéen à petites parties, qu'on a désigné par le nom de *tuf;* mais ce nom s'appliquant très-improprement à des roches qui n'ont aucune analogie réelle entre elles, l'auteur nomme cet agglomérat *brecciole trappéenne.* Cette brecciole, qui n'est point un basalte, ni même une lave compacte, alterne avec un calcaire qui renferme des camérines et quelques coquilles fossiles, dont M. Brongniart fait remarquer l'analogie avec celles du calcaire grossier de Paris. C'est plus haut, vers l'origine de la vallée, que se montre le basalte qui semble sortir du milieu même de la brecciole.

(1) *Bull. des Sc.* Juin 1821, p. 87.

Ce terrain de brecciole et de calcaire de sédiment supérieur, vulgairement nommé *calcaire tertiaire*, semble remplir le fond d'une grande vallée, creusée, antérieurement à ce dépôt, dans un calcaire compacte beaucoup plus ancien, en stratification oblique et contrastante avec le terrain de brecciole. L'auteur rapporte au calcaire de sédiment moyen, ou du Jura, ce calcaire, et une grande partie de celui qui se présente au pied des Alpes dans la même situation géognostique.

2°. Le Val-Ronca, célèbre par la réunion prodigieuse de coquilles fossiles qu'on y trouve, offre en général la même structure; mais l'alternance est moins régulière, la brecciole est en masse plus épaisse, le basalte est plus abondant; le calcaire jaunâtre, qui ressemble même minéralogiquement au calcaire grossier des environs de Paris, est comme pétri d'une multitude de camérines. Ces coquilles fossiles, qui ont rendu ce lieu si célèbre, sont éparses dans la brecciole inférieure aux bancs calcaires. L'auteur donne une énumération très-détaillée de ces coquilles, et une description et des figures très-exactes de toutes celles qu'il n'a trouvées décrites dans aucun ouvrage, ou qui n'y sont pas assez bien désignées pour être reconnues. Les coquilles, au nombre de plus de quatre-vingts espèces, décrites et figurées principalement d'après les échantillons et les renseignemens précieux fournis par M. Maraschini, de Schio, sont toutes tellement semblables, même pour les espèces, à celles du calcaire grossier des environs de Paris, qu'on pourrait, dans beaucoup de cas, ne les regarder que comme de simples variétés; plus de vingt sont même entièrement

analogues à des espèces qu'on trouve dans le bassin de Paris, et l'auteur s'est alors contenté de les désigner par le nom qui leur a été donné, soit par M. de Lamarck, soit par d'autres conchiologistes. Parmi ces espèces analogues, nous citerons les suivantes : *Turritella incisa*, très-voisine de l'*elongata* de Sowerby. *Turr. imbricataria*, de Lam. *Ampullaria depressa*, Lam. *Amp. spirata*. — *Melania costellata*, Lam. *Nerita conoidea*, Lam. *Natica cepacea*, Lam. *Natica epiglottina*, Lam. *Conus deperditus*, Brocc. *Ancilla callosa*, Defr. *Voluta crenulata*, Lam. *Marginella eburnea*, Lam. *Murex tricarinatus*, Lam. *Ceritium sulcatum*. — *Cer. plicatum*, et plus de douze autres espèces de cérites. *Fusus intortus*. — *Fusus noæ*. — *Fusus subcarinatus*. — *Fusus carinatus*. — *Fusus polygonus*. — *Pleurotoma clavicularis*, etc., etc. La description, et encore mieux la figure, peuvent seules donner une idée certaine et utile des autres.

3°. Montecchio-Maggiore. — Le terrain trappéen est ici tellement dominant, et d'une structure si cristalline dans quelques-unes de ses parties, qu'il est plus difficile d'y reconnaître, au premier aspect, la même origine et la même association de roches que dans les lieux précédens; cependant, si on n'y retrouve pas le calcaire en couches alternant, on le voit en couches adossées, et on reconnaît sur-tout l'époque de cette formation dans les coquilles fossiles qui sont disséminées, non pas dans les nodules d'amygdaloïdes, celles-ci n'en contenant pas, mais dans la brecciole qui les réunit. Ces coquilles sont d'espèces voisines, et quelquefois absolument de la même espèce que celle des deux en-

droits déjà cités, et par conséquent d'époque contemporaine. L'auteur fait remarquer la présence du lignite en fragmens et de la strontiane sulfatée comme points de rapprochement entre le terrain de Montecchio et celui des deux endroits suivans.

4°. Monte-Viale. — On voit ici d'une manière très-claire l'alternance de la brecciole et du calcaire; mais, dans certaines parties de cette colline, les deux terrains sont, pour ainsi dire, déposés à part, et le basalte forme sur les confins de la colline un groupe également distinct. On retrouve à Monte-Viale moins de coquilles qu'à Ronca, mais celles qu'on y observe sont de la même époque. La strontiane sulfatée qui remplit quelquefois les cavités de ces coquilles, est un fait encore plus saillant qu'à Montecchio; et le lignite qui paraît ici en lits minces, renferme des débris de poissons. Ces circonstances conduisent à la détermination de l'époque à laquelle appartient le cinquième endroit, qui est aussi le plus célèbre.

5°. Le Monte-Bolca. — Les roches trappéennes et les roches calcaires alternent encore ici d'une manière évidente; mais cette alternance paraît avoir lieu entre des masses si considérables, qu'elle échappe quelquefois; c'est sur-tout le calcaire qui domine; il semble s'éloigner du calcaire grossier par sa texture compacte et sa structure fissile, mais ce ne sont que des différences minéralogiques, qui doivent le céder aux rapports géognostiques tirés de la réunion de toutes les autres circonstances, et notamment de la présence des corps organisés fossiles, tels que les camérines, quelques coquilles du genre des avicules, les poissons qui se sont déjà montrés à Monte-Viale, les plantes variées, principalement terrestres, toutes dicotilédones, les lignites subordonnés, et l'absence de tout corps organisé qui indiquerait une formation plus ancienne.

Il résulte de ces descriptions comparatives, rendues plus claires par des coupes de terrains et la figure des fossiles :

1°. Que ces cinq endroits, peu distans, il est vrai, les uns des autres, appartiennent à la même époque de formation, et qu'on doit y réunir d'autres lieux, tels que Monte-Glosso, à l'ouest de Bassano, que l'auteur a également visité, ainsi que le Val-Sangonini dans les Bragonza, Castel-Gomberto dans le Valdagno, et plusieurs points des *Monte Berici*, que l'auteur n'a pas visités.

2°. Que tous ces terrains sont analogues, dans tous leurs caractères importans, aux terrains de sédiment supérieur, communément appelés *terrains tertiaires;* et par conséquent aux terrains marins supérieurs à la craie du bassin de Paris. Mais comme on a reconnu deux époques de formation dans ces terrains, l'une inférieure au gypse, et l'autre supérieure, M. Brongniart a cherché à déterminer à laquelle des deux on devait la rapporter de préférence. Il fait remarquer que la présence des coquilles, beaucoup plus semblables à celles du calcaire grossier inférieur au gypse qu'à celles de la formation marine supérieure; que, d'une part, la présence de certaines espèces, telles que les Camérines, la *Nerita conoidea*, les Caryophillites, etc., etc., qu'on n'a encore trouvées que dans cette formation inférieure; celle des lignites, des pois-

sons et de la chlorite, ou terre verte, toutes choses qui paraissent aussi lui appartenir en propre; que, d'une autre part, l'absence des grès et celle du mica, ou au moins la rareté de cette substance, si abondante au contraire dans les terrains supérieurs, offrent une réunion de caractères qui doit faire rapporter les terrains calcaréo-trappéens du Vicentin au calcaire grossier inférieur au gypse du bassin de Paris, et qui place par conséquent leur formation à une époque antérieure à celle où se sont déposés ces terrains, également nommés tertiaires, qui constituent des collines subapennines, si bien décrites par M. Brocchi.

L'accès des basaltes et des roches trappéennes semble, au premier aspect, être une circonstance particulière aux terrains de sédiment supérieur du Vicentin, car on ne connaît point cette roche dans les terrains des environs de Paris; mais, outre qu'on peut la considérer comme le produit d'un phénomène local et particulier au nord de l'Italie, M. Brongniart croit qu'on peut trouver une ressemblance, très-éloignée à la vérité, entre les grains de terre verte disséminés dans les assises inférieures du calcaire grossier et les roches trappéennes altérées, même entièrement désaggrégées, qui constituent en général la matière dominante des brecciole, matière mêlée aussi avec le calcaire; en sorte que cette roche semble ne différer du calcaire chloritié des assises inférieures du calcaire grossier des environs de Paris, que parce qu'ici le calcaire l'emporte sur la terre verte, tandis que dans le Vicentin c'est en général la roche trappéenne qui est la partie dominante.

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans les développemens qu'il donne à ces objets de comparaison, ni dans les citations qu'il fait des naturalistes qui ont plus ou moins approché de ce résultat; mais nous ne pouvons omettre de citer avec lui M. Buckland, comme ayant pris, dans le voyage qu'il a fait en Italie presqu'en même temps que M. Brouginart, une semblable opinion sur l'époque de formation de ces terrains.

Dans un second Mémoire, que M. Brongniart n'a point encore lu à l'Académie, il rapporte aux mêmes terrains, c'est-à-dire à la formation marine inférieure ou du calcaire grossier des environs de Paris, quelques autres lieux qu'il a eu occasion d'observer ou de connaître; tels sont, entre autres:

1°. La haute colline de la Supergue, à l'est de Turin, composée principalement de marne calcaire et de brecciole calcaréo-serpentineuse, enveloppant des coquilles analogues la plupart à des espèces de Bordeaux, de Chaumont, et de quelques autres lieux qui appartiennent, sans aucun doute, à la formation inférieure des terrains de sédiment supérieur.

2°. Le sommet de la chaîne des Diablerets, au-dessus de Bex, dans le Valais. C'est un terrain bien différent de celui de Paris, par sa position, par son élévation de 2400 mètres au moins au-dessus du niveau de la mer, par la couleur noire et la dureté de ses roches calcaires bitumineuses, mais qui paraît pouvoir être rapporté à cette formation par la nature des corps organisés fossiles qu'il renferme, et qui sont des *cérites*, des *ampullaires*, des *cardium*, voisin du *ciliare* de Brocchi, si ce n'est le même; le

melania costellata, ou une espèce très-voisine; un *hemicardium*, qui a de l'analogie avec le *retusum* ou le *medium*, etc. (1)

3°. Il rapporte aussi à la même formation, mais ici avec encore plus de doute, les circonstances ne lui ayant pas permis d'observer ce terrain en place et avec détail, la roche verdâtre grenue, indiquée quelquefois sous le nom de *grès vert*, qui se trouve vers le sommet des hautes montagnes de calcaire alpin de l'embouchure de la vallée de Glaris, près de Nefels, et peut-être dans beaucoup d'autres lieux, roches qui renferment des débris de coquilles qui ressemblent en général à celles des terrains de sédiment supérieur, mais sur-tout une grande quantité de camérines, qui, comme on sait, caractérisent assez bien ce terrain, sans cependant lui appartenir exclusivement.

Nous ne pouvons donner ici qu'une indication des principaux résultats du travail de M. Brongniart. Nous renvoyons, pour les preuves et les détails, au Mémoire spécial, accompagné de coupes et d'un grand nombre de figures de coquilles fossiles, que M. Brongniart est sur le point de publier sur les terrains qu'on peut rapporter à la formation du calcaire grossier du bassin de Paris.

(1) Il ne faut pas confondre ce terrain avec un autre, qui paraît lui ressembler par sa position, sa couleur, etc.; mais qui en diffère essentiellement par ses coquilles, et qui fait partie des montagnes de Sales, de Warens, etc., au sud-ouest du Buet. L'auteur, dans un mémoire qu'il a inséré dans le tome VI de ce Recueil, page 537, a décrit ce dernier terrain parmi ceux qu'il rapporte à la formation de la craie inférieure, ou chloritée.

NOTE sur le minerai de plomb argentifère de Chéronie (Charente);

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

ON a découvert, il y a deux ans, dans le département de la Charente, un gîte de minerai de plomb argentifère, sur lequel on fait actuellement des travaux de recherches qui promettent du succès. Ce gîte est situé à Chéronie, commune d'Ambernac, à peu de distance de Confolens, et non loin des mines d'étain de Vaulry. Les roches qui le renferment sont primitives et, à ce qu'il paraît, très-stéatiteuses.

Le minerai de Chéronie est riche; c'est un mélange de galène et de plomb carbonaté, ayant ordinairement du quarz pour gangue. La galène est à facettes moyennes. Le plomb carbonaté se présente quelquefois en petits amas isolés dans le quarz : il est alors amorphe, lamelleux, incolore et translucide; mais le plus souvent il est disséminé en lamelles entre les feuillets de la galène, qui en est comme pénétrée.

La galène et le plomb carbonaté sont l'un et l'autre argentifères; mais le plomb carbonaté est beaucoup plus riche que la galène : c'est cette particularité remarquable qui nous a engagé à publier cette note.

On a concassé grossièrement une portion de minerai; on a recueilli par le triage les petits morceaux exempts de quarz et on les a réduits en poudre. Dix grammes de cette poudre ayant été fondus avec 40 grammes de flux noir, on a obtenu 7 grammes de plomb, qui, soumis à la coupellation, ont laissé un bouton d'argent du

poids de 0g.,005 = 0,0005, ou 6 gros 30 grains au quintal poids de marc.

Vingt grammes de la même poudre, traités par l'acide acétique, ont fait effervescence et se sont réduits à 13g.,5 : le résidu était de la galène pure, et tout le carbonate de plomb s'était dissous dans l'acide acétique. Dix grammes de la galène ainsi traitée ont été coupellés directement avec deux fois leur poids de plomb, ils ont laissé 0g.,002 d'argent = 2 gros 40 grains au quintal, poids de marc (défalcation faite de l'argent contenu dans le plomb ajouté).

Il suit de ces deux expériences que le plomb carbonaté pur doit contenir 0,0011 d'argent ou 1 once 6 gros au quintal, poids de marc.

Pour vérifier ce résultat, on s'est procuré, par un triage fait avec soin, une certaine quantité de plomb carbonaté à-peu-près pur, et on en a fondu 10g. avec du flux noir : on a obtenu un culot de plomb pesant 5g.,6 et ce culot a donné par la coupellation 0g.,01 d'argent = 1 once 4 gros 57 grains au quintal, poids de marc; quantité peu différente de celle que l'on déduit de l'essai comparatif de la galène pure et du minerai trié.

Ainsi le minerai de Chéronie se compose de galène très-pauvre en argent, puisqu'elle n'en contient que 0,0002, et de plomb carbonaté, qui renferme cinq fois autant de ce métal, c'est-à-dire environ 0,001. Comme la portion d'argent qui est contenue dans le plomb carbonaté se dissout dans l'acide acétique (l'ammoniaque le dissout également bien), elle ne peut être à l'état métallique; il est vraisemblable qu'elle est à l'état de carbonate comme le plomb.

Il y aurait de grands inconvéniens à traiter le

minerai de Chéronie par les procédés ordinaires; car 1°. on perdrait une grande partie du carbonate, de plomb et par conséquent de l'argent, par le lavage, et 2°. le plomb d'œuvre, très-appauvri par le plomb qui proviendrait de la galène, ne pourrait être coupellé avec bénéfice. Voici la méthode qu'il me semblerait convenable de suivre.

On concasserait, et après avoir fait un triage sévère à la main, on réduirait le minerai en un sable très-gros, que l'on soumettrait à un second triage à la cuve ou à la grille; puis, au lieu de laver immédiatement le sable ainsi préparé, on le traiterait par de l'acide acétique obtenu de la carbonisation du bois en vases clos. Le résidu, qui ne se composerait plus que de galène et de gangue pierreuse, serait porté sur les tables; le lavage en serait facile, et il produirait de la galène, qu'on emploierait comme alquifoux, ou dont on extrairait du plomb pauvre que l'on ne coupellerait pas. Quant à la dissolution acétique, on y verserait une très-petite quantité de muriate de soude pour en précipiter l'argent à l'état de muriate: le précipité pourrait être mêlé d'un peu de muriate de plomb; mais rien ne serait plus facile que d'en extraire tout l'argent, et l'on obtiendrait sans peine ce métal au plus haut titre.

Enfin, on purifierait l'acétate de plomb et on le livrerait au commerce, ou bien on le traiterait par l'acide sulfurique pour en extraire de l'acide acétique pur : dans ce cas, on mêlerait avec la galène le sulfate de plomb qui en proviendrait et l'on réduirait immédiatement le mélange au four à réverbère.

NOTE sur le minerai de plomb de Chenelette (département du Rhône);

Par le même.

La commune de Chenelette est située à une lieu de Beaujeu, sur le dos de la chaîne qui sépare le bassin du Rhône du bassin de la Loire et à-peu-près au point de partage. Les mines de plomb qu'elle renferme, et qui s'étendent jusque dans la commune de Poule qui est contigue, sont connues de temps immémorial, et elles ont été exploitées à une époque dont on n'a pas conservé le souvenir : ce qui le prouve, c'est qu'on a trouvé dans le voisinage du filon principal plusieurs tas de scories, qui ne peuvent provenir que du traitement d'un minerai de plomb ; cependant il ne paraît pas que l'exploitation en ait jamais été très-active. Elles ont souvent attiré l'attention des spéculateurs; mais presque toujours elles ont été aussitôt délaissées. Plusieurs personnes en sollicitent actuellement la concession, il faut espérer que les futures concessionnaires sauront en tirer parti en s'aidant de toutes les ressources de l'art.

On trouve du minerai de plomb en un grand nombre d'endroits dans la commune de Chenelette, mais il y a un gîte principal qui forme un filon assez puissant et dont on peut suivre l'affleurement sur une grande longueur : ce filon est encaissé dans un gneiss porphyrique ; il traverse les propriétés de M. Saulnier et quelques autres. Il renferme un grand nombre de substances ; savoir : 1°. de la baryte sulfatée lamellaire, blanche, opaque, c'est la plus abondante; 2°. du quarz commun, souvent carié; 3°. de la chaux fluatée incolore ou légèrement violacée, elle est rare; 4°. de la galène à facettes moyennes, elle s'y trouve très-disséminée et elle n'y est pas abondante; 5°. du plomb phosphaté en grains cristallins translucides ou en petits cristaux groupés, tantôt jaunâtre et tantôt d'un vert d'herbe ; c'est la substance la plus importante; 6°. du plomb carbonaté laminaire, limpide ou gris, il est souvent comme infiltré dans la masse minérale; 7°. enfin des pyrites de fer en petits grains, mais elles ne s'y trouvent qu'en très-petite quantité.

La préparation mécanique du minerai présentera d'assez grandes difficultés, d'abord à cause de l'abondance de la baryte sulfatée, et ensuite parce que le plomb phosphaté et sur-tout le plomb carbonaté sont extrêmement fragiles. Lorsque l'on concasse le minerai pour le trier, il s'en détache une poussière qui est fort riche en plomb et qu'il faut recueillir avec soin : les ouvriers la désignent sous le nom de *terre plombeuse*. J'ai essayé une portion de cette terre plombeuse, ramassée sur le sol des galeries de la mine; fondue avec deux parties de flux noir, elle a donné 0,417 de plomb, qui, par la coupellation, a laissé 0,0001 d'argent : j'ai trouvé par la voie humide que cette terre contient 0,29 de matières pierreuses et 0,516 de plomb métallique.

Il est facile d'extraire de la galène pure du minerai par le triage. Cette galène, fondue avec 4 parties de potasse, a donné 0,69 de plomb et celui-ci a produit, par la coupellation, 0,00075 d'argent = 1 once 1 gros 27 grains au quintal, poids de marc, quantité plus que suffisante pour payer les frais d'affinage.

Quant au plomb phosphaté, je n'ai pu m'en procurer qui fût exempt de gangue; mais j'ai pu en déterminer exactement la composition par la voie humide. Après en avoir séparé le carbonate de plomb par l'acide acétique bouillant, j'ai traité par l'acide nitrique, qui a laissé toutes les gangues pierreuses, puis j'ai précipité successive-

ment dans la liqueur l'acide muriatique par le nitrate d'argent, l'excès d'argent par l'acide muriatique, l'oxide de plomb par l'acide sulfurique, le phosphate de fer et d'alumine par l'ammoniaque, et l'acide phosphorique par le muriate de chaux; j'ai eu pour résultat :

Gangue	0,2720
Protoxide de plomb	0,5654
Protoxide de fer	0,0130
Acide phosphorique	0,1112
Acide muriatique	0,0129
Phosphate d'alumine	0,0140
	0,9885

Ou, indépendamment de la gangue, et de l'alumine qui provient évidemment de celle-ci :

Protoxide de plomb	0,7944	Phosphate de plomb.	0,874
Protoxide de fer	0,0182	muriate de plomb	0,092
Acide phosphorique	0,1693	Phosphate de fer	0,034
Acide muriatique	0.0181		
	1,0000		1,000

C'est au phosphate de fer que le plomb phosphaté doit sa couleur verte. Il ne renferme pas la moindre trace d'oxide de cuivre ; il ne contient pas du tout non plus d'acide arsénique.

Les scories qui ont été trouvées auprès de la mine de plomb sont vitreuses, translucides, d'un vert noirâtre et légèrement magnétiques; elles fondent très-bien sans addition au creuset brasqué, et donnent un verre recouvert de grosses grenailles de fonte et de quelques grenailles de plomb. Elles sont composées de :

Silice	0,532
Protoxide de fer	0,142
Baryte	0,120
Chaux	0,094
Alumine	0,074
Oxide de plomb	0,030
	0,992

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE QUATRIÈME TRIMESTRE DE 1821.

Usine à fer de Moncey.

ORDONNANCE du 17 octobre 1821, portant autorisation d'établir une usine pour convertir la fonte en fer forgé, aux moulins de Moncey, sur la rivière de l'Oignon (Doubs).

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu la demande de notre cousin le maréchal Moncey, duc de Conégliano, pair de France, adressée au préfet du Doubs, le 21 décembre 1819, tendante à obtenir l'autorisation d'établir sur la rivière de l'Oignon, aux moulins de Moncey, deux feux de forges et un martinet allant au bois;

Les affiches et publications qui ont eu lieu à Besançon et à Moncey;

Les oppositions de différens maîtres de forges et du Conseil municipal de Besançon, lesdites oppositions fondées sur la rareté des bois, dont la consommation des nouvelles usines élèverait nécessairement le prix;

Les répliques du maréchal Moncey à ces oppositions;

L'avis du conservateur des forêts de Colmar;

Le rapport de l'ingénieur des mines;

L'avis du préfet du Doubs, du 18 novembre 1820.

L'opinion de l'Administration des Forêts du 21 janvier 1821, portant qu'il n'y a lieu à accueillir cette demande;

Les lettres du maréchal Moncey, des 1er. et 21 février 1821,

adressées à notre conseiller d'État, Directeur général des ponts et chaussées et des mines, par lesquelles, changeant la nature de la première demande, il sollicite l'établissement d'une usine pour convertir la fonte en fer forgé, qui comprend deux fours à réverbère, dits d'affinerie, un four de chaufferie, un petit four à deux nasses pour le martinet, un établissement de cylindres à quatre cages, un ordon de martinet à deux flèches, et un ordon en fonte de gros marteau pour cingler les massicots, sous la condition expresse de n'employer dans ses opérations que la houille pour combustible, et demande à être dispensé de la formalité de nouvelles affiches, ainsi que la faculté de ne produire les plans de ces usines qu'après un laps de temps déterminé;

Vu enfin la délibération du Conseil général des mines, du 6 mai dernier, 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. Ier. Il est permis à notre cousin le maréchal Moncey, duc de Conégliano, pair de France, d'établir aux moulins de Moncey, sur la rivière de l'Oignon, département du Doubs, une usine pour convertir la fonte en fer forgé; usine qui comprendra deux fours à réverbère dits d'affinerie, un four de chaufferie, un petit four à deux nasses pour le martinet, un établissement de cylindres à quatre cages, un ordon de martinet à deux flèches, et un ordon en fonte de gros marteau, pour cingler les massicots.

ART. II. Aucun changement ne pourra être fait pour l'établissement de l'usine à la hauteur actuelle des eaux; les constructions hydrauliques seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des ponts et chaussées, qui repèrera la hauteur des barrages, vannes et déversoirs, d'une manière fixe et invariable, et dressera procès-verbal de cette opération : expéditions de ce procès-verbal seront déposées aux archives de la mairie de Moncey et du département du Doubs; il en sera donné avis à notre Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

ART. III. Les constructions relatives aux fourneaux et machines seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des mines; il sera dressé procès-verbal de la vérification de ces ouvrages, dans les mêmes formes que ci-dessus.

ART. IV. L'usine sera mise en activité dans le délai de deux ans, à partir de l'ordonnance de permission; elle sera ensuite entretenue en activité constante, et ne pourra chômer sans cause reconnue légitime par l'Administration.

ART. V. L'impétrant ne pourra consommer dans son usine que de la houille.

Nota. Les autres articles, que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Hauts-fourneaux de St.-Étienne.

ORDONNANCE du 21 novembre 1821, portant que la compagnie des mines de fer de Saint-Étienne (Loire) est autorisée à construire trois hauts-fourneaux pour fondre le minerai de fer par le moyen de la houille.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu la demande adressée au préfet de la Loire, le 14 novembre 1818, par le sieur de Gallois et autres associés, tendante à obtenir une concession de mines de fer, une concession de mines de houille, et la permission de construire cinq hauts-fourneaux, arrondissement de Saint-Etienne, pour la conversion du minerai en fonte et en fer malléable; ensemble les plans produits;

L'acte passé le 11 novembre 1818 devant Pourret, notaire à Saint-Étienne, contenant la formation d'une association, sous le nom de compagnie des mines de fer de Saint-Etienne; les statuts qui doivent la régir, ainsi que copie d'un acte supplémentaire du 2 septembre 1820, portant rectification et modification du précédent;

Les affiches et publications des demandes pendant les délais légaux, tant à Montbrison qu'à Saint-Etienne, Lyon, Paris et autres communes;

L'avis du sous-préfet, du 26 juillet suivant;

L'arrêté du préfet, du 18 octobre même année;

Notre ordonnance du 25 octobre 1820, portant que cette compagnie est constituée en société anonyme;

L'avis du Conseil général des mines adopté par notre conseiller d'État, Directeur général des ponts et chaussées et des mines, sous la date du 9 mai 1821 ;

Notre Conseil d'État entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. La compagnie des mines de fer de Saint-Etienne est autorisée à construire dans l'emplacement désigné aux plans joints à la demande et près de Saint-Étienne, département de la Loire, trois hauts-fourneaux destinés à fondre le minerai de fer par le moyen de la houille, ainsi que des usines propres à convertir la fonte en fer malléable, dont la consistance sera intérieurement déterminée : le tout conformément aux plans fournis à l'appui de la demande.

ART. II. Le premier haut-fourneau sera construit dans le délai de dix-huit mois, le second dans le délai de trois ans, et le troisième dans le délai de cinq ans, à partir de la date de la présente ordonnance, à peine de révocation de la permission, pour les fourneaux non établis dans les délais fixés.

ART. III. La compagnie sera assujettie, comme condition essentielle de la présente permission, à l'exécution des réglemens intervenus ou à intervenir sur l'extraction des minerais de fer, et notamment de notre ordonnance de ce jour sur cette matière.

ART. IV. Elle ne pourra employer d'autre combustible que la houille.

ART. V. Elle paiera, à titre de taxe fixe, aux termes de l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, et pour une fois seulement, la somme de 300 francs pour chaque haut-fourneau qu'elle construira ; savoir, pour le premier, un mois après la date de la présente autorisation, et pour le second et troisième, à l'époque de leur construction : ces sommes seront versées dans la caisse du receveur de l'arrondissement.

Nota. Les autres articles contiennent des mesures générales.

Hauts-fourneaux de la Thiollière.

ORDONNANCE du 21 novembre 1821, portant que les sieurs Blumenstein, Frèrejean *et* Roux *sont autorisés à construire près de la côte Thiollière, arrondissement de Saint-Etienne (Loire), trois hauts-fourneaux destinés à fondre le minerai de fer par le moyen de la houille, ainsi que des usines propres à convertir la fonte en fer malléable, dont la consistance sera ultérieurement déterminée, le tout conformément aux plans fournis à l'appui de leur demande.*

Nota. Tous les articles de cette ordonnance sont semblables à ceux de la précédente.

Hauts-fourneaux de Rive-de-Gier.

ORDONNANCE du 21 novembre 1821, portant que les sieurs Fleur de Lys, Donzal, Neyraud frères *et* Fournas *sont autorisés à construire à Rive-de-Gier (Loire), trois hauts-fourneaux destinés à fondre le minerai de fer par le moyen de la houille, ainsi que des usines propres à convertir la fonte en fer malléable, dont la consistance sera ultérieurement déterminée, le tout conformément aux plans fournis à l'appui de leur demande.*

Nota. Cette ordonnance prescrit aux impétrans les mêmes mesures que celle concernant la compagnie des mines de fer de Saint-Etienne.

Exploitation des minerais de fer de St.-Étienne et Rive-de-Gier.

ORDONNANCE du 21 novembre 1821, concernant le mode d'exploitation du minerai de fer des terrains houillers du département de la Loire.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Sur ce qu'il nous a été représenté par notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur, qu'il est nécessaire de pourvoir par un réglement général au mode d'exploitation du minerai de fer des terrains houillers du département de la Loire, lequel se présente dans des gisemens qui n'avaient pas été exploités jusqu'ici.

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Le minerai de fer, lorsqu'il se présentera à la surface du sol sans aucune connexité avec des couches de houille exploitables, et qu'il pourra être extrait à ciel ouvert, sans danger reconnu par l'Administration pour son exploitation future, sera exploité conformément aux dispositions du titre 7 de la loi du 21 avril 1810.

ART. II. Le minerai de fer, quand il sera dans la profondeur sans aucune connexité avec de la houille exploitable, et toutes les fois qu'il y aura lieu de pousser des ouvrages souterrains, soit dans des terrains non compris dans une concession ou dont le concessionnaire aurait été régulièrement déchu, soit dans des travaux abandonnés de recherches et d'exploitation, ne pourra être exploité qu'en vertu d'un acte spécial de concession, obtenu conformément aux dispositions du titre 4 de la loi du 21 avril 1810, et sous les réserves portées à l'article 70 de cette loi.

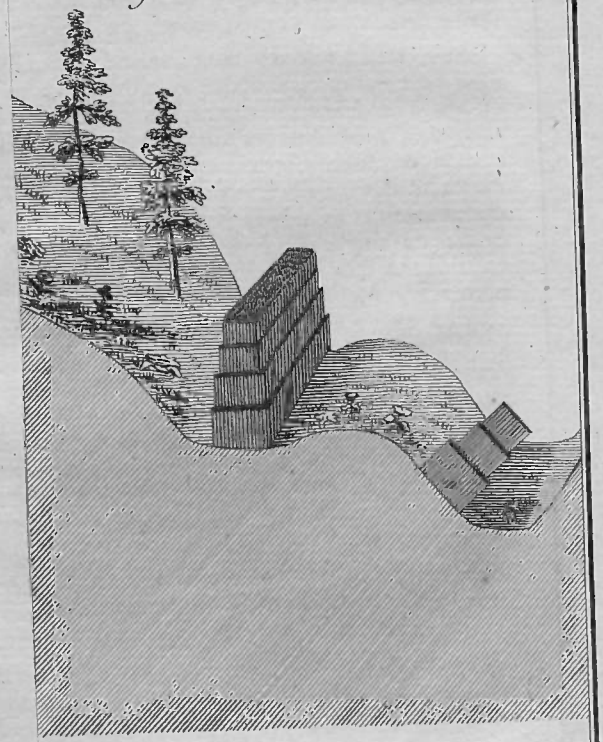
ART. III. Le minerai de fer, lorsqu'il se présentera en connexité avec la houille exploitable, sera concédé de préférence au même concessionnaire que celui de la houille, à la charge par lui: de payer pour cette deuxième concession une rétribution nouvelle aux propriétaires du sol, de fournir le minerai, de gré à gré ou à dire d'experts, à l'usine qui sera déterminée par l'acte de concession, et sauf l'application, s'il y a lieu, de l'article 49 de la loi du 21 avril 1810.

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.

(*La suite des ordonnances du quatrième trimestre de* 1821 *à la prochaine livraison.*)

OSITION PARTICULIERE DE LA GLACE.

Fig. 2.

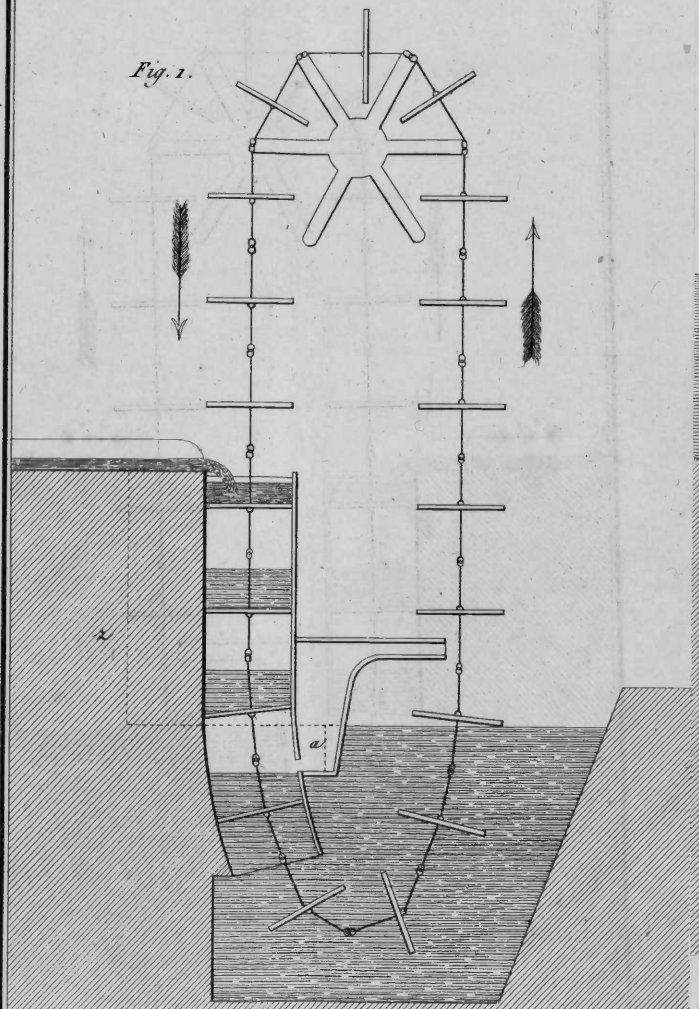


L'Echelle est $\frac{1}{50}$ *de la réalité.*

N. L. Rousseau. Graveur. de la Chambre des Députés.

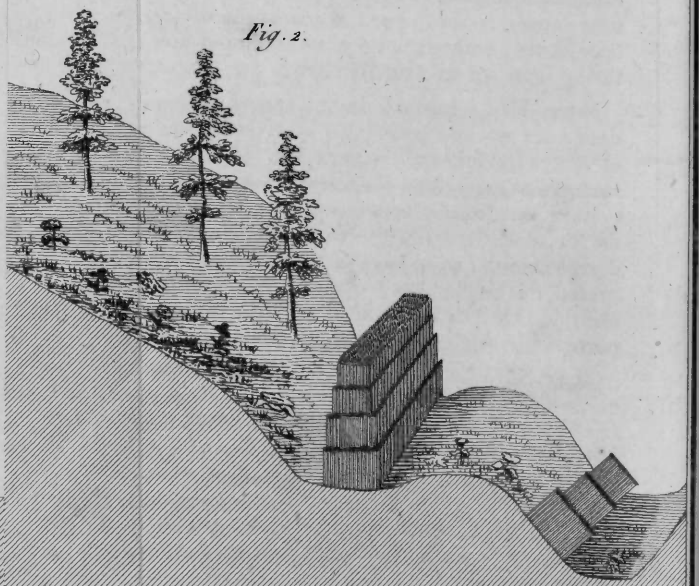
NOUVELLE MACHINE SOUFFLANTE.

Fig. 1.



DISPOSITION PARTICULIÈRE DE LA GLACE.

Fig. 2.

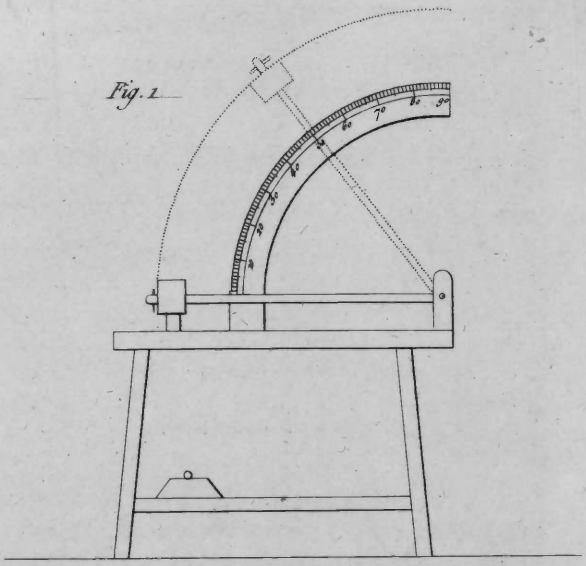


L'Echelle est $\frac{1}{50}^{me}$. de la réalité.

N.L. Rousseau, Graveur, de la Chambre des Députés.

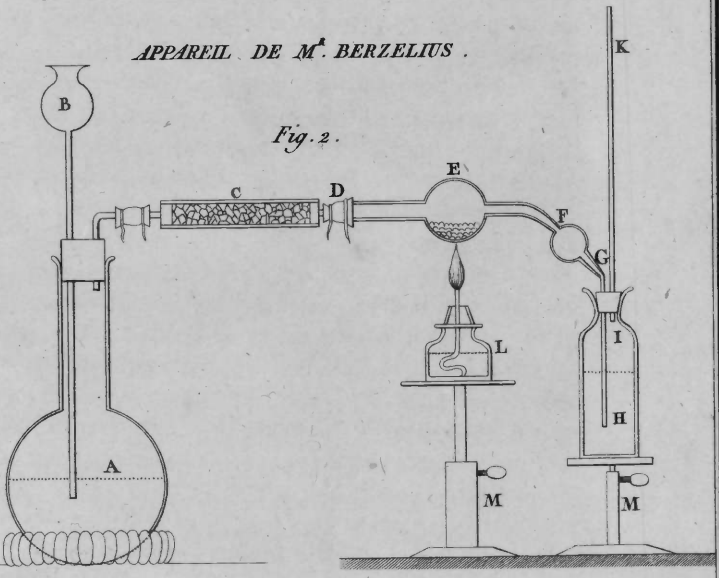
DUCTILIMÈTRE.

Fig. 1



APPAREIL DE M^r. BERZELIUS.

Fig. 2.



NOTICE

Sur les mines anciennement exploitées auprès de Pont-Gibaut, département du Puy-de-Dôme;

PAR M. GUÉNYVEAU,

Ingénieur au Corps royal des Mines.

Pont-Gibaut (feuilles de Cassini, nos. 50 et 13) est une petite ville située sur le revers occidental de la chaîne ou masse granitique qui supporte le Puy-de-Dôme, le Puy-Chopine, etc., et à quatre lieues environ de Clermont. La vallée creusée en cet endroit par la Sioule est étroite et ses parois sont assez escarpées : le lit de cette rivière, presque plat au-dessus de la ville, devient tout-à-coup sinueux et embarrassé par les débris de coulées volcaniques, au travers desquels elle s'est péniblement ouvert un passage, et peu après avoir passé sous le pont, elle se précipite en cascades pittoresques au milieu des basaltes. L'abondance de ses eaux en toutes saisons, et la hauteur des chutes, en font un très-bon cours d'eau, dont on avait tiré parti pour la fonderie, et un bocard qui s'y trouvait réuni lors de la dernière exploitation des mines voisines.

Les Puys-de-Côme et de la Louchadière paraissent avoir eu le plus d'influence, parmi tous ceux des environs, sur la constitution physique

de la vallée de Pont-Gibaut (1); car en versant leurs laves dans l'ancien lit de la Sioule, ils ont forcé cette rivière à s'en ouvrir un autre. On peut aisément reconnaître et étudier la superposition des courans volcaniques sur les roches primitives qui forment cette vallée, et cette circonstance en rend l'examen fort intéressant pour le géologue. Le célèbre Dolomieu a plusieurs fois parcouru cette contrée. C'est sur la rive gauche de la Sioule et non loin des mines, qu'il avait remarqué un petit mamelon ou cône volcanique isolé, et tellement placé sur sa base granitique, qu'il avait jugé possible d'atteindre, par un percement dans le granite de cinq cents toises au plus, l'espèce de cheminée par laquelle les laves avaient dû s'élever jusqu'à la superficie du sol; il espérait même qu'on pourrait ainsi reconnaître le réservoir de ces matières, dont la nature et l'abondance au milieu des terrains primitifs sont encore enveloppées d'une si profonde obscurité. Plusieurs autres géologues ont également visité ce pays; mais je n'ai point appris qu'ils eussent observé de faits particuliers, et il est vraisemblable qu'ils n'y ont vu qu'une confirmation satisfaisante et facile à constater des divers phénomènes volcaniques que présente cette partie de l'Auvergne.

C'est dans cette vallée, et dans le terrain même qui a été souvent recouvert par les courans de laves, que se trouvent, tant au-dessus qu'au-dessous de Pont-Gibaut, les mines de plomb argentifère auxquelles cette ville a donné son

(1) Essai sur la théorie des volcans d'Auvergne, chap. 2, par M. de Montlosier.

nom, parce que la maison de direction et les fonderies de la dernière compagnie exploitante s'y trouvaient établies.

Feu M. Enjelvin, qui a été jusqu'à la fin directeur des établissemens, m'a accompagné dans la visite que j'ai faite, en 1815, des lieux où sont situées ces mines; tous les renseignemens sur les travaux, l'état des mines et les résultats financiers sous le régime de la compagnie dite du Lyonnais, lui sont dus. Sa mort subite et prématurée m'a enlevé le moyen de lui faire corriger les données qu'il m'avait fournies presque toujours de mémoire; mais, ce qui est plus regrettable encore, elle m'a privé, contre son intention formelle, des plans de l'intérieur des ouvrages qu'il avait conservés et qui m'ont été refusés par sa famille (1).

Les forêts, sans être très-considérables, semblent devoir suffire aux fonderies que pourraient alimenter les mines de Pont-Gibaut; il y a des bois auprès de la mine de Barbecot, et ceux de la Chartreuse, situés à trois lieues au plus de ces mines offrent de grandes ressources. Il n'est pas impossible non plus de faire amener du Pont-du-Château (de six lieues) des houilles provenant des exploitations de Brassac, ainsi que le faisait l'ancienne compagnie: on doit ajouter à ces moyens d'approvisionnement la proximité de couches de houille de première qualité, peu ou point exploitées, et sans valeur, des environs de Bourg-Lastic et de Plagnes; les forges à fer qu'on établit actuellement au même lieu de

(1) Ils se trouvent actuellement entre les mains de M. Tailhand, avocat à Riom.

Bourg-Lastic, offriraient aussi des secours utiles aux mines, tant pour les outils et instrumens de toutes espèces en fer et en fonte, qu'au moyen des laitiers ferrugineux et des grenailles de fonte qu'on emploie souvent dans le traitement métallurgique des minerais de plomb. Il suffirait, pour jouir complétement de tous ces avantages, de rétablir une route, maintenant en assez mauvais état, qui communique de Pont-Gibaut à Rochefort, petit bourg sur la nouvelle route de Lyon à Bordeaux et qui passe à Bourg-Lastic : la proximité de l'Allier, navigable pendant six mois, et les belles routes qui conduisent de Pont-Gibaut à Clermont, et de Clermont à Lyon et à Paris, offrent toutes les facilités désirables pour le transport des produits en plomb, argent et antimoine que peuvent fournir les mines de cette contrée.

Ce n'est peut-être pas une bonne recommandation auprès des lecteurs peu instruits que l'ancienneté des mines; et dire que celles de Pont-Gibaut ont été plusieurs fois abandonnées et reprises, semblerait peut-être indiquer qu'elles ont toujours été peu avantageuses : cette conséquence serait certainement fausse en général, et la Notice que nous avons rédigée est destinée à faire juger jusqu'à quel point elle serait fondée relativement aux mines dont il s'agit. En thèse générale, la législation des mines a été pendant si long-temps livrée à l'arbitraire, tandis que leur exploitation tombait entre les mains de charlatans aussi dépourvus d'instruction que de probité, qu'on a lieu de s'étonner que certaines mines aient pu être exploitées avec suite et succès pendant un certain nombre d'années.

Si l'on était à même de reconnaître les causes qui ont amené la ruine des entreprises de mines, on verrait qu'il en faut accuser bien plus souvent l'ignorance et l'improbité des gérans, que ce qu'on appelle les caprices de la nature ; car je ne parle point ici de ces piéges tendus à la cupidité par l'effronterie, et dont les mines (y compris celles du Mississipi) n'étaient que le prétexte : je ne craindrai donc point de dire en peu de mots ce que l'on sait de l'existence des mines de Pont-Gibaut depuis plusieurs siècles ; on y verra du moins que les filons se sont montrés constans dans leur nature, leur épaisseur et leur richesse, et que l'on peut encore y trouver l'emploi utile de ses capitaux, pourvu que l'on se conduise avec la prudence et la suite que demandent toujours ces sortes d'entreprises.

On lit, à la page 363 des *Anciens Minéralogistes*, que Henri II donna lettres-patentes, le 17 septembre 1554, au seigneur de la Fayette, pour fouiller les mines de *Barbecot*, *les Combres* et *Roure*, qui sont celles maintenant désignées sous le nom de mines de Pont-Gibaut. Plus tard, en 1739, une compagnie, sous le nom de *Chade*, fut formée pour l'exploitation des mêmes mines : peut-être est-ce la même où se trouvait le seigneur de Pont-Gibaut, du nom de *Dulude*, que l'on sait avoir exploité ces mêmes mines il y a environ 80 ans. Enfin MM. Enjelvin et Drelon entreprirent de les déblayer en 1781 et années suivantes : ils formèrent, en 1784, une compagnie qui est connue sous le nom de *compagnie du Lyonnais*, et qui a continué ses travaux jusqu'en 1791 et même 1792. L'effervescence de la révolution et l'émigration de plusieurs mem-

bres de la société en entraînèrent la dissolution, et l'abandon des mines en fut la conséquence immédiate : cela fut d'autant plus fâcheux, que la fonderie et les ateliers de bocardage et lavage étaient à peine terminés depuis une année, et que l'on était au moment de récupérer ses avances et de voir les établissemens en plein rapport. Tout cela a été détruit, et certes jamais cause d'abandon ne fut plus étrangère aux mines elles-mêmes.

Nous allons maintenant présenter la réunion des observations et renseignemens qui sont venus à notre connaissance sur les mines de Pont-Gibaut, et nous terminerons par l'indication de l'état de la fonderie et de ses produits en 1790.

Constitution physique de la vallée de Pont-Gibaut.

La vallée de la Sioule présente, ainsi qu'on vient de le dire, deux formations très-différentes : celle des laves, qui est superficielle, et celle des roches anciennes, qui sont en plus grandes masses et se trouvent également dans les parties inférieures comme dans les parties élevées des parois de la vallée. Les roches qui forment la base des montagnes ou, si l'on veut, du plateau dans lequel a été creusé le lit de la rivière, paraissent être les mêmes de chaque côté : c'est un schiste contenant le plus souvent des grains de quartz et même de feldspath, beaucoup de talc et peu de mica ; ce n'est pas un grès micacé, encore moins un schiste argileux, mais un schiste primitif talqueux passant quelquefois au gneiss. Il se délite aisément et s'altère à l'air dans quelques

endroits. Il n'est pas facile de saisir le véritable sens de la stratification, parce que cette roche présente de nombreuses fissures, que l'on confond avec les lits des feuillets. Pour peu que l'on ait vu des pays à filons, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il doit s'en trouver dans cette roche ; aussi en a-t-on reconnu un assez grand nombre outre ceux qui ont été exploités ; je dirai même que les mines d'antimoine que j'ai visitées, et presque tous les indices qui m'ont été montrés en Auvergne, quoiqu'à de grandes distances de Pont-Gibaut, sont dans une roche de cette espèce. En remontant la même rivière, on trouve, à moins de trois lieues, une mine d'antimoine encore exploitée, et connue sous le nom de *mine d'Anglebas*. En descendant la Sioule, et à une distance de cinq ou six lieues, on a reconnu et fouillé anciennement les mines de plomb situées non loin de Montaigut, et sur lesquelles on n'a pas de bons renseignemens. On doit donc considérer la vallée de la Sioule et ses affluens comme un pays à mines dans lequel il faudrait faire des recherches, et où l'établissement d'un premier centre d'exploitation serait très-important.

Le basalte et les laves plus ou moins spongieuses se trouvent répandus sur la partie de la route qui conduit de Clermont à Pont-Gibaut ; on observe, à la distance d'environ un quart de lieue, deux courans distincts de laves, dont l'un, composé de scories, paraît devoir son origine au Puy-de-Côme, tandis que l'autre, situé au nord de la route, et formé de basaltes très-compactes et en grandes masses, vient du Puy-de-la-Louchadière. Cette dernière coulée

passe au lieu où est le château de Pont-Gibaut, et paraît avoir rempli le lit de la Sioule sur une hauteur de vingt à trente pieds. Cette rivière a dû se creuser un nouveau lit, et l'érosion s'est opérée aux endroits où le basalte est venu s'appuyer latéralement sur le schiste, tantôt sur une rive, tantôt sur l'autre, mais presque toujours aux dépens de la roche primitive, qui est en effet bien moins dure que la lave.

Le basalte n'a d'ailleurs aucun rapport avec les filons métalliques; il arrive seulement qu'il en recouvre et en cache quelques affleuremens, comme cela est arrivé en partie pour celui des Combres dont nous allons parler.

De la mine des Combres.

Cette mine est située à une heure et demie de chemin au nord-ouest de Pont-Gibaut, et à trois kilomètres environ de celle de Barbecot; elle fut rouverte par MM. Drelon et Enjelvin, qui en devinrent concessionnaires en 1783 : elle est placée dans un escarpement de dix mètres de hauteur, sur la rive gauche de la Sioule et près du moulin des Combres, dont l'exploitation a pris le nom. Voici quel était l'état des travaux en 1784, d'après un mémoire trouvé à l'administration générale des mines : « 1°. Une galerie dont l'entrée est à 8 pieds du bord de la rivière et à 6 au-dessus de son niveau ; elle a 9 toises (18$^{m.}$) de longueur, avec deux embranchemens ou galeries de recherche, chacune d'une toise (2$^{m.}$) environ : elles sont faites dans le roc.

» 2°. Au milieu de cette galerie s'abaisse un puits de 70 pieds (22$^{m.}$,758) de profondeur, de manière qu'il se trouve à 64 pieds (20$^{m.}$,79) au-

dessous du lit de la rivière. Lorsque ces entrepreneurs ont commencé à vider ce puits en juillet 1783, il était plein d'eau, de terre et de décombres; arrivé au fond, on a trouvé le filon, qui était de galène; mais on n'a pu s'assurer immédiatement de sa largeur ou de ce que l'on pouvait en espérer. 3°. Plus loin, en remontant la Sioule, est un autre puits au même niveau que le précédent; il est rempli d'eau. 4°. Plus loin et à quelques toises, se trouve une galerie de 14 à 15 toises (27$^{m.}$,28 à 29$^{m.}$,23); elle est remarquable et curieuse en ce que l'entrée est placée dans un escarpement où l'on peut voir aisément la composition du terrain qui recouvre cette mine. La superficie est une plaine labourée, dont les terres sont formées de cendres et terres volcaniques, mêlées de terre végétale et de beaucoup de pierres volcaniques : sous cette terre sont des colonnes de basalte de quatre toises environ de hauteur, qui forment le toit de cette galerie. Les colonnes sont posées sur une couche de galets ou pierres roulées de quartz et de schiste quartzeux micacé, qui composent les roches de ce canton. Sous la couche de galets est une roche schisteuse, quartzeuse, argileuse et micacée. Il faut regarder la couche de galets comme l'ancien lit de la Sioule, dans lequel la matière volcanique fluide s'est précipitée comme dans la portion la plus basse de la vallée, s'y est refroidie, et où, par le retrait, elle a formé des colonnes. On dit que cette galerie avait été entreprise par le conseil d'un tourneur de baguettes; mais l'événement n'a pas réalisé les espérances qu'il avait données. 5°. En continuant de remonter la Sioule, il y a un autre puits,

rempli d'eau, qui, par la sonde, se trouve avoir 60 pieds (19m.,5) de profondeur, au haut duquel se voit, à gauche, un large filon couvert en partie, et presque tout composé de pyrites, d'une blende noire et d'un peu de plomb, dans une gangue quartzeuse. 6°. A peu de distance de ce puits, est une tranchée ouverte, de 5 toises (10m.), qui longe l'escarpement, dont il paraît qu'on a tiré anciennement du minerai: la halde présente des pyrites qui tombent en efflorescence, et suivant une ancienne tradition, un M. Dulac ou Dulude, seigneur de Pont-Gibaut, aurait tiré de l'argent de cet endroit; mais rien dans ce qui reste n'a pu confirmer cette indication. 7°. Plus haut, se trouve un puits rempli d'eau. Tous ces travaux sont dans une même direction, du nord au sud, qui paraît être celle du filon (son inclinaison est de 75° environ sur l'horizontale d'après M. Enjelvin), et son épaisseur, reconnue depuis, de 8 à 9 pieds (2m.,6 à 3m.). Au-delà et de l'autre côté de la Sioule, est un petit vallon étroit où coule un ruisseau : c'était là que se trouvaient un bocard et une laverie, dont il ne reste plus vestige, si ce n'est l'arbre de la roue hydraulique; sur le côté était la fonderie actuellement ruinée en totalité (1).

» Le minerai qui a été retiré des puits est une galène à grandes et à petites facettes, mêlée de pyrites, traversée par des veines de quartz et de spath calcaire; on y trouve aussi des filets de blende noire, le tout enveloppé d'une terre ar-

(1) C'était en 1784. Il ne paraît pas que la compagnie ait fait rétablir de laverie ni de fonderie dans cet endroit.

gileuse bleuâtre provenant de la décomposition des roches au fond du puits. La nature de la roche où se trouve le filon est quartzeuse, schisteuse, argileuse et micacée, espèce de gneiss ou granite par couches.

» Les grands inconvéniens de cette exploitation résultent du défaut d'espace pour déposer les déblais; mais on peut y remédier au moyen d'un petit pont jeté sur la rivière et qui permettrait de les porter sur l'autre rive. Cette rivière offre d'ailleurs la facilité d'établir des machines hydrauliques. »

On ne trouve rien de relatif à cette mine dans un procès-verbal, dressé en 1790, de l'état des mines de Pont-Gibaut, parce qu'en effet la mine des Combres avait été entièrement abandonnée à cette époque; l'exploitation dont on vient de voir l'état en 1784 ne dura guère que dix-huit ou vingt mois. Le minerai a paru riche en argent, et des essais ont donné, dit-on, jusqu'à 17 onces d'argent au quintal de plomb. On n'a retiré que 200 quintaux de minerai prêt à fondre; on y employait 10 ouvriers. Le lavage se faisait à Pont-Gibaut, et la grande quantité de pyrite qu'il contenait gênait singulièrement l'opération. La roche n'était pas très-dure, et néanmoins le soutien des galeries n'exigeait pas beaucoup de bois. L'affluence des eaux, comparée au produit de la mine, en a décidé l'abandon: le voisinage de la rivière faisait craindre que l'épuisement ne devînt plus coûteux à mesure que l'on ferait de nouveaux ouvrages. Au rapport de M. Enjelvin, c'était, à tous égards, la moins avantageuse des trois exploitations qui ont été ouvertes par la compagnie.

De la mine de Barbecot.

Les travaux de cette mine, située à une lieue environ au nord de Pont-Gibaut, sont placés sous le village de Barbecot, au bas de la montagne, ou plutôt dans un ravin dont la côte nord est bien boisée, tandis que celle opposée est aride et rocailleuse. La Sioule coule à 200 mètres environ des anciens ouvrages, et en cet endroit son cours a lieu dans un vallon étroit et tortueux.

« Les anciens travaux, qui n'étaient pas encore déblayés en 1783, consistaient 1°. en une galerie, qui est la plus élevée, de 45 toises (88m.) de longueur, à l'entrée de laquelle s'abaisse 2°. un puits de 11 toises (21m.), qui tombe sur 3°. un puits de 3 toises (6m.), qui communique dans 4°. une galerie de 58 toises (113m.) de longueur, de laquelle s'abaisse 5°. un puits de 15 pieds (5m.) placé directement sous le puits précédent. C'est dans ce dernier puits que se trouvent rassemblées la quantité d'eau et les vapeurs méphitiques, dont la décharge se fera par la galerie d'écoulement commencée à la fin de juillet 1784 : la galerie dont il s'agit avait 53 toises de longueur toujours dans le roc vif; il ne s'était pas encore montré de minerai. A 40 toises (78m.), on avait été obligé d'ouvrir un soupirail ou petite galerie d'airage, qui a été prise obliquement du pied de la montagne au haut de la galerie, afin d'avoir moins d'épaisseur de roche à traverser : cette galerie n'avait pas besoin de boisage; tout ce travail était bien exécuté et les pentes bien observées. En novembre de la même année, on trouva du minerai, mais l'eau afflua en même temps avec abondance par différentes cavités qui

sont dans le filon, elle occasionnait des éboulemens inquiétans; cependant tout fut remis en ordre et l'on continua les travaux. Ces eaux, qui sont méphitiques, sortent en divers endroits avec un bruit assez fort pour effrayer les ouvriers et ceux qui n'en connaissent pas la cause, qui est le dégagement de l'air, trop abondant dans l'eau, par des issues trop étroites (1).

» Le filon s'est constamment montré de la largeur de 7 pieds (2m.,27) du mur au toit, dont 5 pieds en minerai, qui est un plomb à petites facettes ou petits grains disséminés dans la roche, et de la terre argileuse blanche, qui souvent devient très-dure : c'est alors une mine de plomb terreuse, riche en substance métallique, peu reconnaissable pour être du minerai à des yeux peu exercés. La mine de plomb s'y trouve aussi cristallisée en très-petits boutons dans les cavités d'un quartz caverneux et carié. Le filon contient d'ailleurs beaucoup de pyrites, de blende rougeâtre et de spath pesant, le tout confusément mêlé entre le quartz et le minerai.

» La roche dans laquelle se trouve le filon est un granite de seconde formation, ou espèce de gneiss ou roche quartzeuse, par bancs, plus ou moins mêlée de mica et de talc. M. Enjelvin me conduisit dans le vallon de Malafère, distant de 400 toises environ de la mine de Barbecot, sur le bord d'un bois appartenant à M. de Challier, et m'y fit voir un filon de terre argileuse blanche

(1) On a reconnu depuis que c'était du gaz acide carbonique en telle quantité, qu'il a déterminé l'abandon de cette mine d'ailleurs riche en plomb et en argent.

contenant de petites particules et rognons de galène ; il paraît être de même nature que celui de Barbecot ; il serait fort utile de faire des recherches en cet endroit. »

On ne voit pas que cette mine fut abandonnée en 1791, quoiqu'on n'ait pas trouvé le détail des ouvrages qui y étaient entretenus à cette époque.

Je ferai mention ici des vestiges d'anciennes fouderies que l'on trouve près du village de Péchadoire, situé entre Pont-Gibaut et Barbecot, très-près des bords de la Sioule. M. Enjelvin me fit remarquer un amas de scories mal vitrifiées, présentant parfois des pyrites, et qui sont évidemment le produit d'anciennes fontes dont on ne connaît d'ailleurs ni l'époque ni l'importance. On croit que le minerai pouvait être fourni par un petit filon qui se trouve dans une très-petite vallée où coule le ruisseau de Fiallet : on y voit encore la trace de quelques fouilles ; elles sont très-anciennes, et la compagnie du Lyonnais n'y a fait faire aucune recherche. Comme on ne connaît pas de mine de fer dans les environs, on ne peut s'arrêter à l'idée que ce sont des laitiers de forge semblables à ceux du Nivernais. Le filon de Barbecot (suivant M. J.-B. Enjelvin) se dirige de l'ouest à l'est en coupant une petite vallée ; il est incliné à l'horizontale sous un angle de 80° ; son épaisseur est variable et s'est trouvée de 7, 8 et jusqu'à 10 pieds, dans la plus grande profondeur des travaux. Le minerai est disséminé dans cette épaisseur en petits filets, et en grains cristallisés dans le quartz ; il présente du spath pesant, de la blende, quelquefois du plomb blanc et des écailles d'argent vitreux. On trouvait quelquefois de la galène en masses assez

pures ; mais cela était rare, et plus généralement on ne retirait que du minerai à bocard. La galène disséminée dans le quartz était de celle dite à grains d'acier et riche en argent. Les essais donnèrent jusqu'à sept onces d'argent au quintal de plomb. Ce filon se montre à la surface du sol sur la pente escarpée de la montagne, et on le suit, dit-on, sur le plateau sur une grande longueur. La compagnie du Lyonnais se servit des anciens travaux ; l'exploitation n'était pas dispendieuse, parce que la masse du filon est facile à détacher, et cependant on ne consommait guère de bois d'étaies. Les ouvrages abandonnés par la compagnie doivent se trouver en bon état, et la partie supérieure du filon n'a pas été attaquée. Ce n'est ni le manque de richesse du filon, ni l'abondance des eaux qui ont déterminé la cessation de l'exploitation, mais uniquement la circonstance singulière des sources d'eau chargée de gaz acide carbonique : il n'y en a peut-être pas d'autre exemple dans toutes les mines actuellement connues ; souvent des ouvriers ont péri asphyxiés dans les souterrains : il était extrêmement difficile d'aérer les parties basses, et l'on ne pouvait travailler pendant les jours chauds. Il paraît que l'on a fait beaucoup d'usage des fourneaux aspirateurs, dont l'entretien formait une dépense notable, tandis que leur effet ne remédiait qu'imparfaitement aux inconvéniens du mauvais air. M. Enjelvin pensait que cette exploitation présentera toujours de grandes difficultés, et même des dangers réels, sur-tout au-dessous du niveau de la rivière ; il regardait comme l'un des meilleurs moyens à employer pour l'airage des par-

ties situées au-dessus de ce niveau, la chute continuelle d'un courant d'eau qui sortirait ensuite par la galerie d'écoulement. Son opinion était qu'on ne peut se flatter de reprendre l'exploitation avec succès, sans s'être assuré d'un procédé économique pour aérer les profondeurs de la mine, ou plutôt pour en retirer l'acide carbonique.

Ce n'est qu'après quatre années qu'on s'est décidé à abandonner la mine de Barbecot, et seulement à cause des difficultés et des dangers de l'exploitation.

On y avait établi un bâtiment de laverie renfermant huit tables, avec un labyrinthe; on triait et cassait à la main, ce qui n'était qu'un procédé provisoire. Les ouvriers, dans les souterrains, ont été portés jusqu'au nombre de 40; il y avait 8 laveuses et 12 enfans occupés à trier et casser. Cette mine est entourée de taillis et peu éloignée des bois de la Chartreuse. La compagnie avait fait faire un chemin qui conduisait de Pont-Gibaut à la mine.

De la mine de Roure.

« Roure est un gros village à une lieue de Saint-Pierre-le-Castel; il est situé sur une hauteur au bord d'un vallon; au bas de la pente, il y a quelques enfoncemens, résultat des vieux travaux; la direction de ces enfoncemens du nord au midi fait connaître la direction du filon, qui est celle ordinaire des filons de ce canton: plus loin et au fond de la vallée, coule un ruisseau, près duquel on voit une halde assez considérable. De l'autre côté du ruisseau, vers le bas de la montagne nommée *Ruelle* ou *Rouelle*, il

y a aussi des travaux, mais peu apparens. En examinant les roches et les terres des environs pour y trouver quelque chose de plus marquant, j'ai découvert, dans des roches en décomposition, du plomb blanc en petits cristaux interposés dans les fentes et les fissures de roches un peu ferrugineuses. En passant par des terres labourées et suivant la direction du filon, il y a aussi les mêmes indices dans des pierres arrachées par la charrue, et en continuant par des terres en friche et ensuite sur la pente de la montagne, du plomb vert. Dans une autre montagne, au-delà du petit filon de même direction et sur un amas de pierres qui au premier coup-d'œil paraissent être des déblais de fouilles, il s'y est trouvé de la mine de plomb disséminée dans du quartz. Les environs, où se sont trouvés le plomb blanc et autres minerais, sont argileux comme tous les filons de ce canton, et dans une roche quartzeuse, schisteuse, mais sans mica.

» Il n'y a pas de bois à la proximité, mais à une lieue se trouvent ceux de Systerne, et plus loin ceux de Saint-Hilaire, qui ne coûteraient pas trop cher pour une exploitation. Le ruisseau qui coule dans le fond du vallon de Roure n'a pas une grande quantité d'eau; mais elle ne tarit pas, et elle est plus que suffisante pour former des étangs, qui en augmenteraient le volume nécessaire aux besoins des usines. »

» En 1784, M. Enjelvin m'a fait voir des tentatives sur différens filons: 1°. un filon de 2 pieds (0^{m}.,65) de largeur dans un quartz carié, où il y avait du minerai qui s'était décomposé: en approfondissant cette fouille par une tranchée de 4 toises (8^{m}.) de longueur sur 1 toise (2^{m}.) de

profondeur, on a découvert un filon d'un pied et demi, d'abord vertical, ensuite incliné vers la montagne. Ce filon présente un minerai compacte, gris, pesant, très-arsenical, d'une couleur un peu plus sombre que l'argent et le cuivre gris. Quand ce filon ne serait que de pyrites arsenicales, comme je le soupçonne, avec sa largeur et son allure, il mériterait attention, parce qu'il pourrait très-bien changer de nature et offrir par la suite un minerai plus riche, peut-être de l'argent gris, du cuivre gris ou du cobalt. 2°. Le sieur Enjelvin a fait une autre tentative de quelques toises de profondeur au midi sous la montagne de Saint-Pierre-le-Castel: ce filon a 4 pieds (1m.,3) de largeur, dans une terre argileuse, veinée, ferrugineuse et micacée; il ne s'y est pas trouvé de minerai. »

Telles sont les observations faites, en 1783, sur la mine de Roure, par l'auteur du mémoire manuscrit déjà cité: il paraît qu'à cette époque on n'avait pas encore attaqué le filon principal, comme on l'a fait l'année suivante.

On va maintenant donner ici un extrait d'un procès-verbal de l'état de la mine de Roure en avril et mai 1790; on y peut prendre une notion de l'étendue et de la profondeur des travaux et même de l'importance de cette exploitation. Cette pièce est d'autant plus précieuse qu'elle renferme le jugement d'hommes fort versés dans l'art des mines, tels qu'étaient MM. Jars et Blanchet.

« Art. 1. Nous sommes entrés dans la mine de Roure par la galerie supérieure, autrement appelée galerie d'écoulement, qui traverse la montagne du premier vallon à celui qui lui est

opposé, dans une longueur de 115 toises (224m.); arrivés à l'orifice du puits Saint-Pierre, qui a été approfondi de 105 pieds (34m.,10) sur l'inclinaison du filon, et notre premier objet étant de reconnaître ce que l'on peut se promettre de la recherche qui fut ordonnée, au mois de mars dernier, au-dessous des ouvrages alors les plus profonds, nous avons commencé par là notre visite, et de suite nous sommes descendus par ledit puits jusqu'au sol de la galerie Saint-Thomas. Parvenus à ce niveau et à 4 toises et demie (9m.) de son entrée, nous y avons remarqué une première traverse à gauche, dirigée contre le toit du filon, de 2 toises et demie (5m.) de longueur; que dans cet endroit la puissance du minerai en bonne qualité, quoique mêlé de rochers, était de 5 à 6 pieds (1m.,62 à 2m.), et que ce minerai se prolongeait dans ladite galerie Saint-Thomas d'environ 9 à 10 toises (18 à 20m.) depuis le puits. Nous avons trouvé une seconde traverse de recherche, qui nous a conduits à un nouveau puits seulement de 24 pieds (7m.,80), perpendiculaire, au fond duquel il a été fait une autre galerie jusqu'au toit du filon pour le reconnaître dans sa direction: nous y avons observé que cette galerie de traverse, à l'extrémité de laquelle est un rocher de quartz très-dur, qui paraît lui servir de toit, la rencontre à 13 pieds (4m.,22) de distance du puits; qu'elle le traversait diagonalement sur une inclinaison de 60°, et qu'à cette profondeur il conservait sa même et véritable inclinaison; que le corps de ce filon, sur environ 3 pieds et demi (1m.,14) de largeur, consistait en un rocher gris, rougeâtre, qui portait avec lui plus ou moins

de minerai; que du côté du toit joignant le quartz, il en contenait 6 à 7 pouces presque massifs, mais que l'on n'en apercevait que très-peu dans le rocher qui l'accompagne, et où il est si divisé, qu'il ne peut pas être considéré comme mine à bocard, du moins dans la plus grande partie; qu'enfin ayant fait excaver ce filon de 2 pieds et demi à 3 pieds en direction, il a varié journellement dans son produit, par une augmentation au moins du double de minerai, mais que cette augmentation ne s'est pas soutenue long-temps, en disparaissant presque aussitôt, puisque, deux jours après, elle s'est réduite à 7 ou 8 pouces: c'est dans cet état que cette recherche a été définitivement arrêtée le 18 avril dernier (1790).

» Nous y avons observé encore que le minerai y est d'une nature un peu différente de celui qui se trouve dans les hauteurs; que le filon, dans cet endroit et à cette profondeur, y était très-ouvert, ce qui est annoncé par la filtration des eaux à travers les diverses mises de rochers qui le composent; en un mot, que les 7 à 8 pouces de minerai qui font partie de sa puissance consistent en mine presque entièrement de couleur noirâtre, d'un grain fin et de qualité pour être pilée à sec: desquelles observations il résulte que de même qu'il est possible que le filon s'appauvrisse, il y a encore plus de raison d'espérer qu'il s'améliorera à une profondeur plus grande que celle de 24 pieds, qui sont au-dessous de la galerie de Saint-Thomas, sur-tout lorsque l'on serait arrivé par ladite galerie aux travaux des Anciens, qui se montrent à la superficie, où d'autres filons et plusieurs veines se réunissent, ainsi que leurs directions l'indiquent.

» ART. II. Après avoir remonté le petit puits de recherche, nous sommes rentrés dans la galerie Saint-Thomas, et nous l'avons parcourue 39 toises $\frac{3}{4}$ (17$^{m.}$) jusqu'à son extrémité. Cette galerie, qui n'a eu pour objet que de parvenir le plus tôt possible à la réunion dont on vient de parler, et qui doit être prolongée de 46 toises et demie encore pour communiquer aux ouvrages des Anciens, a été dirigée pour cet effet, et suivie dans un rocher tendre, argileux, sur une petite veine de minerai, qui paraît encore du côté du mur du filon. C'est de ce même côté, et à 26 toises (51$^{m.}$) de distance du fond du puits Saint-Pierre, que se trouve la traverse qui communique au fond du puits Saint-Joseph, dont l'orifice est au niveau de la galerie supérieure d'écoulement de 84 pieds (27$^{m.}$,25) de profondeur, et qui est particulièrement destiné à épuiser les eaux de tous les ouvrages jusqu'au sol de ladite galerie Saint-Thomas. Du côté opposé de ladite traverse et vis-à-vis d'elle, on en trouve une autre dont l'objet a été de rejoindre le filon principal, mais qu'elle n'a pas entièrement atteint, quoique avancée de 8 toises et demie (17$^{m.}$).

» ART. III. Revenant ensuite à l'entrée de ladite galerie, nous y avons remarqué que les neuf à dix toises de minerai qui y existent sur cinq à six pieds de largeur, se soutenaient cinq toises en contre-haut jusqu'à la galerie Saint-Jacques supérieure, qui n'a été suivie que douze toises en direction, mais où le filon est très-pauvre à son extrémité.

» ART. IV. Toujours en remontant le puits Saint-Pierre, à 3 toises (6m.) au-dessus de la précédente (de Saint-Jacques), nous sommes entrés à gauche dans celle Sainte-Anne, avancée seulement de 8 toises (16m.), où également, à son extrémité, le filon est aussi très-appauvri.

» ART. V. De cette dernière galerie nous avons traversé ledit puits sur sa longueur, pour entrer dans celle de Sainte-Marie, au même niveau où le minerai s'est soutenu quelques toises en direction, et ensuite s'y est appauvri. Nous sommes entrés après dans une galerie de traverse, qui a été ouverte à côté du puits dans l'épaisseur du massif de minerai qui compose le corps du filon du côté du toit. De cette traverse, à 3 toises et demie (7m.) de son embouchure, nous avons passé dans une autre galerie qui passe derrière le puits parallèlement à son côté long, et qui a été suivie trois toises en direction. Cette galerie a produit constamment du minerai sur cette longueur, et celui-ci y existe encore, à son extrémité, dans toute sa largeur; néanmoins mêlé du même rocher ferrugineux qui compose le toit du filon.

» ART. VI. Ayant de nouveau traversé le puits Saint-Pierre pour gagner le côté de l'échelle, et monté jusqu'à son orifice, nous avons observé que, dans cette partie de son emplacement, le filon y formait un massif de minerai, mêlé au rocher ferrugineux qui l'accompagne, d'environ 10 pieds (3m.,25) de largeur, sur 18 à 20 (5m.,85 à 6m.,50) de profondeur, jusqu'aux ouvrages de Sainte-Marie dont on vient de parler, avec une inclinaison de 60 degrés.

» ART. VII. En partant de l'orifice dudit puits, et en suivant la galerie qui est dirigée du côté du vallon opposé, nous y avons remarqué que le minerai s'y était soutenu jusqu'à cinq toises, après lesquelles il a cessé; mais que, dans cette étendue, et sur une largeur d'environ 9 à 10 pieds (3 à 3m.,34), on y avait exploité le minerai en montant jusqu'à 20 pieds (6m.,50) de hauteur; que, malgré la cessation du minerai dans ladite galerie, elle a été néanmoins continuée à côté du filon, dans le rocher tendre, afin de parvenir le plus tôt possible à un percement au jour, qui avait été projeté, et qui a eu lieu au mois d'octobre 1788. Nous regardons cette communication comme d'autant plus importante, qu'elle procure une plus grande circulation d'air dans les travaux, et qu'elle deviendrait de la plus grande utilité pour l'extraction des matières, si quelque jour l'on reprenait l'exploitation de cette mine, et que l'on fût assez heureux de trouver du minerai dans cette partie du filon qui n'a pas encore été exploitée, et que l'on a laissée sur la droite, comme il vient d'être dit.

» ART. VIII. Après avoir parcouru ladite galerie de percement jusqu'à son extrémité, et qui, avec celle par laquelle nous sommes entrés dans cette mine, ne forme qu'une seule et même galerie d'écoulement, nous sommes revenus sur nos pas jusqu'au puits Saint-Pierre, et nous avons continué notre marche jusqu'au jour, en l'interrompant néanmoins, pour y faire les observations suivantes. Ce fut en 1786 qu'en avançant d'excaver ladite galerie, et à 30 toises (58m.) de son embouchure, l'on fit la découverte d'une veine de minerai à grain fin mêlé d'une roche

de corne, et, par intervalles, de plomb blanc cristallisé. Cette veine se soutint de cette manière sur une longueur de 8 toises, après lesquelles elle ne laissa plus qu'une légère trace de filon qui fut constante pendant quatre autres toises. On essaya alors de la diriger par une espèce de traverse du côté du mur, et au bout de 20 à 21 pieds (6m.,5 à 6m.,8), on entra dans le massif de minerai, sur lequel le puits Saint-Pierre avait été approfondi. Il convient de faire remarquer ici que, depuis l'endroit de la première découverte du filon, soit au-dessus de la galerie, soit en contre-bas, il y a encore quelques parties de minerai à exploiter.

» ART. IX. En continuant notre marche pour arriver au jour, et à 26 toises (51m.) de l'embouchure de ladite galerie, nous avons rencontré à notre droite une traverse de 5 toises (10m.) de longueur, à l'extrémité de laquelle est placé l'orifice du puits Saint-Joseph, qui correspond, comme il a été dit, avec la galerie inférieure de Saint-Thomas, et où se rendent les eaux de la profondeur, qui sont ensuite élevées dans celle d'écoulement supérieure par trois ouvriers, à prix fait, sous les ordres du maître-mineur, qui d'ailleurs reste chargé de l'entretien du boisage des puits et des galeries, ces deux objets formant les seuls travaux que la circonstance nécessite de conserver dans cette mine, pour entretenir les eaux au même niveau, afin de pouvoir y rentrer sans obstacle, si le cas y échéait.

» ART. X. Toujours en partant de l'embouchure de la galerie d'écoulement, et du même côté de la précédente, à 17 toises (33m.) de distance, est une autre traverse de 29 toises (57m.),

dont le but avait été de communiquer à un filon principal qui paraît à la superficie, et qui n'y est pas encore arrivée, puisque, suivant le plan, il reste encore 4 toises et demie à faire sur cette étendue de 29 toises. On y remarque deux ou trois petites veines très-peu importantes. »

Il paraît, par la suite de ce procès-verbal, qu'à l'époque où il a été dressé, c'est-à-dire un peu plus d'une année avant la dissolution de la Société, l'exploitation de la mine de Roure n'était pas encore en pleine activité, et même que l'ou n'avait encore ni bon maître-mineur, ni bon fondeur, ni bon affineur, ni personne pour conduire les bocards et les laveries. (*Voyez* l'article 15 du procès-verbal cité.)

On remarque dans la même pièce le projet d'établir un bocard à neuf pilons, une autre laverie, et un logement pour les ouvriers, enfin l'érection d'une machine à molettes, pour déblayer les puits des Anciens. On y rapporte que les dépenses faites jusque-là *pour la mine de Roure*, non compris celles de la construction des fonderies, du prix des combustibles, etc., s'élèvent à 46 ou 47,000 francs, depuis 1785 jusqu'en 1790, et dans ce total sont compris les frais de construction d'un bocard, laverie et labyrinthes, ainsi que des acquisitions de terrains. Enfin une partie de cette somme se trouve couverte par les produits en minerai extrait pendant le même temps. Il faut convenir que l'application de 9,000 francs par an est bien peu de chose quand il y a tout à faire dans une mine; aussi n'avait-on pas beaucoup avancé en cinq années.

Passons maintenant aux renseignemens qui m'ont été fournis par feu M. Enjelvin.

La mine de Roure est située à une lieue environ de Pont-Gibaut, en remontant la Sioule, et à 1,300 mètres de cette rivière. Les vieux travaux que l'on reconnaît à la surface du sol n'ont pas servi à la compagnie du Lyonnais qui reprit l'exploitation en 1783. La montagne qui renferme le filon principal en contient plusieurs autres moins importans, parallèles au premier, et compris avec lui dans une bande de 100 à 120 mètres de largeur. Le filon que l'on a attaqué est épais de 8 à 10 mètres dans sa totalité. Le mur n'était pas bien caractérisé, c'est-à-dire qu'il était difficile de le distinguer de la masse même du filon. Sa direction est nord-sud, il incline d'environ 70° avec l'horizontale. A 40 mètres de l'orifice de la première galerie, on a rencontré le minerai disséminé par petites veinules dans une argile durcie : c'était de la galène cubique, et souvent du plomb blanc; ils étaient peu riches en argent. Vers le mur, et immédiatement à côté de ces minerais, il y a un lit de quartz, que l'on regardait comme faisant partie du filon qui renferme de la galène à grain d'acier, disséminé et riche en argent. Cette disposition était constante, et s'est présentée pendant près de 120 ou 180 mètres, au bout desquels on est sorti dans un autre vallon, après avoir traversé la montagne. A 80 mètres de la première entrée, on a creusé un puits sur le minerai dans la partie qui a paru la plus riche. On trouvait de temps à autre des rognons de galène pure, qui, comme à l'ordinaire, était peu riche en argent.

La mine n'avait pas beaucoup d'eau, le rocher était dur à percer, sur-tout la partie quartzeuse; on n'employait pas beaucoup d'étaies. On

peut suivre, à la surface du sol, le filon sur une étendue en longueur de plus d'une lieue, à ce qu'on assure. Les vieux travaux sont séparés de ceux de la compagnie du Lyonnais par un ruisseau. On entretenait dans les souterrains de vingt à vingt-cinq ouvriers mineurs et autant de manœuvres. Deux maîtres-mineurs étaient chargés du boisage. On avait établi sur la Sioule une laverie composée de onze tables dormantes et une table à percussion. Il y avait en outre un bocard à cinq pilons avec un labyrinthe. On avait aussi, pour les besoins de la mine, une scie à eau. Trois tables étaient couvertes de toile destinée à retenir les parties métalliques lamelleuses ou en paillettes; la toile était faite exprès pour cet usage. Trois hommes étaient employés au bocard, et douze à treize femmes au lavage. Il y avait sept ou huit casseurs et trieurs. On pratiquait aussi le criblage à la cuve, et il y en avait cinq d'établis. Maintenant toutes les constructions sont ruinées, et les terrains ont été vendus.

De toutes les mines qui ont été exploitées par la compagnie du Lyonnais, c'est celle de Roure qui offre le plus d'avantages et de facilités pour être remise en activité. Suivant M. Enjelvin, la richesse suffisante du minerai, particulièrement en argent, l'étendue du filon, la constance de ses produits dans toute l'étendue des ouvrages pratiqués jusqu'ici, le peu d'eau qu'il fallait extraire journellement, sont des circonstances tellement favorables, que cette mine ne peut manquer d'être remise en activité un peu plus tôt ou un peu plus tard. Si les bâtimens n'avaient pas été détruits, cela aurait certainement eu

lieu, parce qu'il y a peu d'entreprises de mine dont le succès soit moins douteux.

Des fonderies de Pont-Gibaut en 1792.

Les fonderies construites par la compagnie du Lyonnais à Pont-Gibaut consistaient en trois fourneaux de grillage, placés en plein air à côté des bâtimens ; un fourneau à réverbère qui avait 11 pieds de long sur 6 pieds et demi de largeur, et surmonté d'une cheminée de trente-trois pieds de haut : la voûte était elliptique, et il y avait trois portes ; ce fourneau servait à traiter, par une première fonte, le minerai riche et ordinairement non lavé ; deux fourneaux à manche où l'on fondait le minerai pauvre avec des scories provenant de la fonte au fourneau à réverbère. Ce minerai pauvre était préalablement grillé trois fois dans les cases dont on a parlé, et cette opération était faite avec de la houille carbonisée, dont une partie provenait des couches de Plagnes, et l'autre des mines de la Taupe, près Brassac. Les proportions des fourneaux à manche étaient celles des fourneaux de Saint-Bel, diminués seulement d'un douzième sur toutes les dimensions. On employait, pour la fonte, du coak dans la quantité d'un tiers du poids du minerai. Deux soufflets en bois fournissaient le vent nécessaire à la combustion. Le mouvement de ces machines dépendait d'une chute d'eau prise de la rivière de Sioule, de telle manière que l'eau était toujours abondante, sans qu'il y eût jamais inondation. La fonte au fourneau de réverbère se faisait moitié au bois et moitié au charbon de terre ; le minerai avait déjà subi deux grillages, et l'on en passait dans chaque opération de 70 jusqu'à 80 quintaux anciens. La fonte au fourneau à manche, faite sur le minerai pauvre grillé trois fois, avait lieu avec les scories du fourneau à réverbère, et du plomb provenant de la même fonte, lorsqu'il était trop cassant ; car c'était alors une véritable matte riche. On ajoutait à ce mélange un sixième de laitier, provenant de la fonte des minerais de fer, et que l'on faisait venir des bords du Chavanon, près de Bourg-Lastic. Il revenait à un prix assez élevé à cause de la distance. On coulait le plomb obtenu en saumons de 30 livres. Le quintal de galène à grandes facettes ou cubique donnait 45 livres de plomb, et celui-ci contenait de 6 à 7 onces d'argent au quintal ancien. Le minerai de bocard, qui était bien lavé, rendait de 37 à 38 livres de plomb au quintal, et la richesse en argent était de 11, 12, jusqu'à 16 onces d'argent par 100 livres de plomb.

Le fourneau de coupelle était circulaire, de 7 pieds de diamètre et recouvert d'un chapeau de fer enduit d'argile. Deux soufflets de cuir étaient disposés pour projeter leur vent sur la surface du bain. Le fourneau contenait 100 quintaux de plomb en saumons. La litharge qui provenait de l'affinage était vendue en nature à raison de 27 à 29 francs le quintal. Le plomb que l'on obtenait était très-doux, et fort recherché dans le commerce. Les fontes n'ont guère duré que deux ans et demi, pendant lesquels on a fait quatre-vingt-deux affinages. Tout le plomb étant mêlé, 100 quintaux de plomb d'œuvre donnaient de 127 à 130 marcs d'argent. La quantité de plomb et de litharge obtenue peut être évaluée à

5 ou 6 mille quintaux. On assure que la compagnie, après avoir prélevé l'intérêt des capitaux qu'elle avait déboursés, et montant à environ 182,000 francs, avait encore huit pour cent de bénéfice net au-dessus de ses intérêts de commerce.

Tels sont les renseignemens que je dois à M. Enjelvin sur les mines dont il était directeur. Ils sont fort incomplets, particulièrement sous le rapport des produits annuels en minerai de chaque exploitation, et sous celui de la consommation du combustible pour les diverses opérations des fonderies. J'ai lieu de craindre aussi que la richesse en argent des minerais ne soit un peu exagérée; mais, comme je l'ai dit, il n'a pas été en mon pouvoir de faire revoir toutes ces données par leur auteur.

De tous les établissemens de la compagnie, il ne restait en 1815, lors de ma tournée aux environs de Pont-Gibaut, que la fonderie, où se trouvait encore un fourneau à manche; mais le beau cours d'eau était employé à faire tourner des meules de moulin.

Conclusions.

Il résulte de tous les faits et renseignemens rassemblés sur les mines de Pont-Gibaut :

1°. Que les filous qui ont été reconnus et exploités sont d'une épaisseur considérable, et très-constans dans leur allure et leurs produits.

3°. Que toute cette contrée présente un pays à mines, où il est de la plus grande importance qu'il soit créé un premier atelier, parce qu'il s'en établira ensuite nécessairement plusieurs

autres, pour le plus grand avantage des exploitans et la prospérité du pays.

3°. Que l'objet de l'exploitation sera du plomb tenant argent.

4°. Que la mine de Roure devra être la première reprise, parce qu'elle n'offre aucune difficulté d'exploitation, ni même beaucoup d'eau à enlever pour pénétrer jusqu'au filon. Ensuite, la mine de Barbecot méritera d'être remise en activité, à cause de la richesse en argent de ses minerais; mais il faudra préalablement arrêter un bon mode d'airage, et peut-être faire établir une machine mue par la rivière, pour enlever, à l'aide de pompes d'un diamètre convenable, l'eau et l'acide carbonique, qui rendent l'exploitation dangereuse dans les profondeurs. On devra aussi se servir de chaux vive et d'eau de chaux dans les cas pressans, et comme moyens d'absorber promptement le gaz délétère.

5°. Ces mines ne fournissant presque que du minerai à bocard, il faudra établir auprès de chacune d'elles un bocard et un bâtiment de laverie : ce sera l'occasion des premieres dépenses pour constructions.

6°. La fonderie devra consister en un fourneau à réverbère, deux fourneaux à manche, un fourneau écossais et un fourneau de coupelle.

7°. Le lieu de la fonderie devra être déterminé d'après la proximité des bois, et la facilité de se procurer de la houille : peut-être pourra-t-on la placer sur la Sioule, vis-à-vis de la mine de Roure.

8°. Si la compagnie du Lyonnais n'a dépensé en constructions et achats de terrains qu'une

somme de 182,000 francs, on peut croire qu'il suffirait encore d'une avance semblable pour remettre en activité les deux mines et la fonderie. On ne pourrait même employer ces fonds que dans un espace de temps de trois ou quatre années.

9°. Pour ne pas exagérer les espérances que l'on pourrait concevoir des mines dont il s'agit, on peut se borner à évaluer, par aperçu, leur produit annuel à 1,800 ou 2,000 quintaux anciens de plomb, avec 1,200 marcs d'argent. Cela constituerait une recette brute de 130 à 140,000 francs, qui formerait encore un objet d'autant plus digne de l'attention des capitalistes, que ces produits pourraient augmenter beaucoup, par suite de nouvelles recherches et de l'attaque de nouveaux filons. L'exploitation de ces mines conviendrait aussi au gouvernement, comme moyen d'instruction pour les élèves de ses écoles de mines, parce qu'il ne se trouverait point engagé dans une entreprise dispendieuse, et qu'il serait toujours à même de céder ses établissemens à une compagnie.

ANALYSES

DE

SUBSTANCES MINÉRALES.

(EXTRAITS DE JOURNAUX.)

1. *Analyse du gaz inflammable retiré de l'huile et du charbon de terre par la distillation; par le docteur* Henry. (Ann. d. Ch., *t. XVIII, p.* 72.)

On a analysé, par le procédé décrit page 70 de ce volume, neuf variétés de ce gaz. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous: les gaz n^os^. 1, 2 et 3 ont été préparés avec de l'huile que l'on faisait tomber goutte à goutte dans un tube de fer échauffé, rempli de fragmens de creuset; le n°. 3 a été produit à une température à peine suffisante pour opérer la décomposition; le gaz n°. 4 provenait de l'établissement de MM. John et Philip Taylor à Londres, dans lequel on distille de l'huile de morue.

Les gaz n^os^. 5, 6, 7, 8 et 9 ont été recueillis dans l'établissement de MM. Philip et Led, qui distillent du charbon de terre dit *cannel-coal*; les n^os^. 5, 6 et 7 ont été pris une heure après le commencement de la distillation; le n°. 8, cinq heures après; et le n°. 9, dix heures après.

Les divers gaz, avant d'être analysés, ont été dépouillés de l'acide carbonique et du gaz hydrogène sulfuré qu'ils contenaient, au moyen d'une dissolution de potasse.

Numéros.	Densités.	100 volumes						
		Consomment :	Produisent :	Contiennent :				
		oxigène.	acide carbonique.	Gaz absorbé par le chlore.	Hydrogène carboné.	Oxide de carbone.	Hydrogène.	Azote.
1	0,464	116	61	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2	0,590	178	100	19	32,4	12,2	32,4	4
3	0,758	220	130	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4	0,906	260	158	38	46,5	9,5	3	3
5	0,650	217	128	13	82,5	3,2	0	1.3
6	0,620	194	106	12	72	1,9	8,8	5.3
7	0,630	196	108	12	58	12,3	16,	1,7
8	0,500	166	93	7	56	11	21,3	4,7
9	0,345	78	30	0	20	10	60	10

La densité des gaz qui sont restés après l'action du chlore s'est trouvée, pour le n°. 1 de 0,410; pour le n°. 2, de 0,440; pour le n°. 3, de 0,616; pour le n°. 4, de 0,606; pour le n°. 5, de 0,575; pour le n°. 6, de 0,527; pour le n°. 7, de 0,535; pour le n°. 8, de 0,450.

La partie des gaz condensable par le chlore consomme, pour sa combustion, de $4\frac{1}{2}$ à 5 volumes d'oxigène, et produit de $2\frac{1}{2}$ à 3 volumes d'acide carbonique; c'est un mélange de gaz oléfiant et d'huile essentielle très-volatile.

Les gaz de l'huile ont un plus grand pouvoir d'illumination que les gaz du charbon de terre. Dans les uns et dans les autres, la proportion du gaz hydrogène augmente à mesure que la température s'élève.

2. *Description d'une nouvelle substance trouvée dans le fer terreux* (ironston); *par M.* Conybeare. (Annals of Philosophy, 1821.)

Ce minéral est brun jaunâtre, jaune de cire ou jaune verdâtre, à texture lâche ou subgranulaire, légèrement brillant ou mat, translucide ou opaque, mou comme du suif, inodore, très-léger. Il fond dans l'eau à la température de 79°.

Il se dissout dans l'éther : la dissolution n'a pas d'odeur.

Lorsqu'on le distille à une température ménagée, il abandonne une substance butireuse d'un jaune verdâtre; à une température plus élevée, il donne une huile légère.

On l'a trouvé à Mezthir-Tydfil (principauté de Galles) dans le fer terreux (1), remplissant de petites veines contemporaines garnies de spath calcaire et de petits cristaux de roche. M. Conybeare le nomme *hatchetine* en l'honneur de M. Hatchett.

3. *Mémoire sur le dégagement du gaz azote du sein des eaux minérales sulfureuses; par M.* J. Anglada. (Ann. d. Ch., *t. XVIII, p.* 115.)

La présence de l'azote dans les eaux minérales a été constatée par plusieurs chimistes : 1°. par le docteur Pearson, en 1784, dans les eaux acidules de Buxton; 2°. par le docteur Colmet en

(1) Fer carbonaté argileux.

1800, dans l'eau sulfureuse d'Harrowgate et dans celle de Moffat en Écosse; 3°. par Lambe, dans les eaux martiales de Lewington; 4°. par Stromeyer dans les eaux acidules et sulfureuses d'Elfen; 5°. enfin, par Monheim, dans les eaux d'Aix-la-Chapelle.

M. Anglada a retrouvé le gaz azote dans toutes les eaux minérales du département de l'Hérault, dans toutes les eaux sulfureuses des Pyrénées, et dans l'eau acidule d'Aix en Provence. Le gaz se dégage spontanément en bouillonnemens rapidement intermittens; mais pour le séparer en totalité, il faut soumettre l'eau à une ébullition soutenue pendant quelques instans.

M. Anglada recueille le gaz qui se dégage spontanément, au moyen d'un appareil collecteur qui se compose d'une assiette commune et d'un flacon; l'assiette est percée au milieu de son fond, et l'on insère dans ce trou, avec frottemens, un bouchon de liége, percé lui-même, et qui fait saillie du côté convexe pour recevoir le goulot du flacon.

Pour extraire de l'eau, par la chaleur, les gaz qui s'y trouvent en dissolution, il remplit d'eau minérale un matras luté d'une capacité bien connue, et surmonté d'une douille en cuivre, à laquelle il visse un petit réservoir en fer-blanc percé au centre. Ce réservoir sert comme de cuve pneumato-chimique : une nouvelle quantité d'eau y est introduite de manière à couvrir son fond d'une couche de liquide de quelques centimètres de hauteur, puis il renverse un bocal plein d'eau, de manière à ce qu'il recouvre le trou qui correspond à l'axe du matras. En

chauffant ce matras, tout le gaz qui s'échappe de l'eau se rend nécessairement dans le bocal (1).

L'auteur affirme, d'après ses expériences, que les eaux sulfureuses qui renferment un hydrosulfate alcalin n'abandonnent, par l'ébullition, que du gaz azote parfaitement pur, et que les eaux acidules donnent un mélange de gaz azote et d'acide carbonique. Selon lui, le gaz azote que contiennent les eaux minérales, provient de courans d'air souterrains qui se mêlent avec les eaux. L'oxigène de l'air est absorbé par l'hydrogène sulfuré dans les eaux sulfureuses, qui perdent ainsi une partie de leur hydrogène sulfuré, et par une matière carbonée dans les eaux acidules, qui doivent, à cause de cela, se trouver chargées d'acide carbonique. M. Anglada croit qu'il existe des eaux sulfureuses dégénérées, ou des eaux dans lesquelles l'hydrogène sulfuré dont elles s'étaient chargées dans le sein de la terre, a été complétement détruit par les courans d'air souterrains : ces eaux sont caractérisées, selon lui, par la présence d'une matière glaireuse, analogue aux substances animales, et qui accompagne toutes les eaux sulfureuses.

---

4. *Notice sur les eaux thermales de Leuck en Valais; par M. le docteur* Ure *de Glascow.* (Biblioth. Universelle, *t. XVII*, *p.* 318.)

La source principale est située vers le milieu du village de Leuck, élevé d'environ 1500 mètres au-dessus du niveau de la mer : il y en

(1) Les eaux d'Arles, traitées de cette manière, ont donné 1/56 de leur volume de gaz azote pur.

a plusieurs autres à dix minutes au-dessus du village et dans la montagne : elles sortent toutes d'un schiste argileux sur lequel des couches calcaires sont superposées d'une manière remarquable. La source de Leuck est très-abondante, sa température est en tous temps de 40° Réaumur. Elle produit une émission abondante et constante de gaz en forme de bulles : ce gaz est de l'azote presque pur. L'eau ne renferme aucune trace d'hydrogène sulfuré. Elle ne forme point de dépôt près de la source; mais à quelque distance elle tapisse le sol d'une matière ocreuse, qui provient du sulfate de fer qu'elle tient en dissolution. Comme le fer s'y trouve à l'état de protoxide au moment où elle sort de la terre, on ne peut pas attribuer la production du gaz azote à une décomposition de l'air atmosphérique, analogue à celle qui a lieu dans les procédés eudiométriques.

Les eaux de Leuck sont employées principalement pour guérir les maladies cutanées. Les malades se baignent deux fois par jour, six à sept heures le matin, et trois à quatre heures le soir, et ils boivent en abondance de l'eau refroidie jusqu'à la température de 35° Réaumur.

---

5. *Examen d'un sédiment des eaux de Luxeuil; par M.* Henry Braconnot. (Ann. d. Ch., *t. XVIII, p.* 221.)

Les eaux de Luxeuil déposent une substance d'un brun grisâtre, quelquefois onctueuse, qui revêt les parois des bassins et leur donne un aspect vernissé.

Cette substance est composé de :

Sable quarzeux.....	0,500
Baryte.....	0,045
Peroxide de manganèse....	0,065
Oxide de fer.....	0,350
Ulmine.....	0,040
	1,000

La baryte et le manganèse sont combinés ensemble et proviennent probablement d'une mine de manganèse que l'eau traverse.

L'ulmine est une matière organique que l'eau tient en dissolution, et qui est analogue à la matière *bitumineuse végétale*, et à la matière *résineuse extractive* que la plupart des chimistes ont observées dans les eaux minérales. L'ulmine déposée par l'eau de Luxeuil est soluble dans le carbonate de potasse; la liqueur est brune, l'acide sulfurique en précipite une matière gélatineuse brune, laquelle, bien lavée et desséchée, est d'un noir brillant comme du jayet : dans cet état, elle brûle avec peu de flamme et n'est pas sensiblement soluble dans l'eau; elle se dissout avec chaleur dans l'acide sulfurique concentré, mais elle en est précipitée par l'eau sans altération.

---

6. *Analyse des eaux de Bagneux, près Paris; par M.* Vauquelin. (Ann. d. Ch., *t. XVIII, p.* 218.)

Les sources qui abreuvaient anciennement les habitans de Bagneux, taries depuis longtemps, ont reparu dernièrement avec assez d'abondance.

Les eaux n'en sont pas parfaitement limpides. Leur saveur est fade, leur pesanteur spécifique

est de 1,026. Elles se pourrissent promptement et répandent une odeur fétide.

Elles contiennent de l'acide carbonique libre et 0,0042 de matières salines : les sels qui dominent dans ces matières sont le sulfate de chaux, le carbonate de chaux et le nitrate de potasse ; il y a en outre du carbonate, du sulfate et du muriate de magnésie, et une petite quantité de muriate de soude, de muriate de fer et de muriate de manganèse. Ce dernier sel, non plus que le nitrate de potasse, n'avait pas encore été observé dans les eaux minérales.

Les eaux de Bagneux, à en juger par leur composition, seraient laxatives et pourraient occasionner des coliques aux personnes qui ont l'estomac et les intestins sensibles. Elles ne pourraient servir ni à la cuisson des légumes secs, ni au savonnage.

---

7. *Analyse des eaux minérales de Molitz, dans les Pyrénées ; par M.* Julia. (Ann. d. Ch., *t. XVII, p.* 333.)

Molitz est un petit village situé dans une gorge très-resserrée du Canigou. Les eaux minérales qui portent son nom en sont éloignées d'environ une demi-lieue, sur le bord du torrent de Réel. Il paraît qu'elles étaient inconnues des Romains, et qu'on n'a commencé à en faire usage que vers le milieu du dernier siècle.

Il y a trois sources principales : 1°. la source *des bains*, sa température est de 29° ; 2°. la source de l'*eau froide*, sa température est de 22° ; 3°. la source *Mamet*, sa température est de 28°.

Les eaux de ces sources sont claires, d'une

saveur et d'une odeur hépatiques très-prononcées. Elles charrient quelques glaires, qui, séchées sur le papier, brûlent en répandant une odeur suffocante d'acide sulfureux.

L'analyse de l'eau de la source principale, faite sur 28 litres, a donné, pour 1 litre :

Gaz hydrogène sulfuré. .	3 1/3 pouces cubes.
Gaz acide carbonique...	1/2 pouce cube.
Sel marin.....	0,000186
Sulfate de soude.....	0,000053
Carbonate de soude....	0,000140
Carbonate de chaux. ...	0,000002
Silice.....	0,000033
	0,000414

---

8. *Analyse des eaux minérales et thermales du Mont-Dore ; par M.* P. Berthier, *ingénieur des mines.*

Les eaux du Mont-Dore sont au nombre des eaux minérales les plus célèbres. Les Romains les avaient recueillies dans un édifice qui devait être vaste et somptueux, si l'on en juge par les fondations et les nombreux débris de colonnes que l'on a découverts dernièrement. Les Barbares ont détruit cet édifice de fond en comble, et il n'en reste qu'un petit bâtiment carré qui renferme une source, et qui porte le nom de *Puits de César.*

A la place des thermes romains, il n'a existé pendant long-temps qu'un misérable hangar ouvert à tout le monde, où les malades venaient, sans distinction de sexe ni de rang, prendre des bains dans des auges en pierres semblables à

des tombes. Les auberges qui l'entouraient étaient chétives et mal tenues; cependant telle a toujours été la réputation des eaux du Mont-Dore, que, malgré cet état de choses, il y a eu constamment affluence pour les prendre.

Mais depuis quelques années, grâce au zèle et à la persévérance de M. le docteur Bertrand, médecin-inspecteur des Eaux, tout s'est progressivement amélioré. Le Gouvernement fait actuellement construire un nouvel édifice thermal qui sera achevé dans deux ou trois ans : les cabinets de bains particuliers et les piscines que l'on destine aux pauvres sont déjà terminés. Cet édifice, le plus beau du Royaume, ne le cédera en rien à celui des Romains : on n'y emploie que de la pierre, même pour les combles. Il sera, par sa grandeur, par sa belle ordonnance et par sa solidité, dans un goût tout-à-fait antique. On a rasé toutes les baraques qui entouraient l'emplacement où l'on élève ce beau monument, et l'on substitue aux anciennes auberges des hôtels où l'on trouvera toutes les commodités de la vie. On se propose aussi de planter des arbres sur les pentes qui en sont dépourvues et sur le bord de tous les chemins. Bientôt, en un mot, le dégoûtant village du Mont-Dore aura disparu, et l'on verra à sa place une petite ville bien bâtie et entourée de promenades agréables. Il y a donc tout lieu de croire que la célébrité des eaux du Mont-Dore s'accroîtra encore. Cette célébrité est principalement fondée sans doute sur le mérite des eaux; mais elle dépend aussi des circonstances locales, aussi attirent-elles presque autant de curieux et de naturalistes que de malades : le vallon est pittoresque et couvert de prairies

fraîches et toujours vertes. Il prend son origine au pied du puy-de-Sancy, montagne qui domine toute la France : tout ce qui l'entoure intéresse vivement les géologues; enfin il est situé dans le lieu même qu'occupait autrefois le foyer principal de ces immenses volcans qui ont bouleversé l'Auvergne, etc.

On compte au moins six sources au Mont-Dore. On peut voir la description de ces sources dans l'ouvrage que M. Bertrand a publié à ce sujet en 1810, et dont il se propose de donner bientôt une nouvelle édition. Je me bornerai, dans cet article, à rapporter l'analyse que j'ai faite de l'eau de la source du Puits de César.

La source du Puits de César fournit 56 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures. Cette eau marque 45° au thermomètre centigrade; elle est limpide, mais elle forme dans le bassin même où elle est reçue un dépôt visqueux et léger de couleur d'ocre; elle a une légère saveur acidule; elle s'élève au jour à travers les fissures d'un porphyre volcanique, et on la recueille dans un petit puits d'où elle s'écoule avec un bouillonnement continuel et considérable. On sait qu'on observe un bouillonnement semblable dans la plupart des eaux minérales gazeuses chaudes : on a coutume de l'attribuer à un dégagement de gaz acide carbonique abandonné par l'eau au moment où elle a le contact de l'air; mais cette explication ne me paraît pas satisfaisante, et je pense que ce bouillonnement est principalement dû à un courant de gaz acide carbonique, qui est produit en même temps que l'eau minérale, et qui est beaucoup trop abondant pour que celle-ci puisse l'absorber entière-

ment (1). On prétend, dans le pays, que le bouillonnement des sources n'a pas toujours la même intensité ni la même allure, et qu'à l'approche de l'orage, il prend un caractère particulier que l'on regarde comme un indice précurseur du mauvais temps. Par-tout où il y a des eaux minérales du même genre que celles du Mont-Dore, on s'accorde à dire qu'on a fait depuis longtemps la même observation. Je n'ai pas été témoin de ce phénomène; mais je ne crois pas que l'on doive en révoquer légèrement l'existence en doute, et je désire appeler l'attention des hommes instruits sur ce sujet.

J'ai fait évaporer 1000 grammes de l'eau du Puits de César avec toutes les précautions nécessaires: ils ont produit 0g,32 de matières terreuses fortement calcinées, et 0g,92 de sels alcalins également calcinés. J'ai analysé séparément chacun de ces produits par les moyens ordinaires, et j'ai vérifié le résultat sur une masse plus considérable de sels que je m'étais procurée en faisant évaporer une grande quantité d'eau sur les lieux. Il est à remarquer que les sels alcalins retenaient plus de 0,02 de leur poids de silice. J'ai trouvé que l'eau analysée contient :

(1) Je regarde même comme très-probable que l'eau n'arrive à la surface du sol que par l'effet de la compression qu'elle éprouve de la part du gaz acide carbonique dans les laboratoires souterrains où elle se forme.

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Carbonate de soude neutre..	0,0006330	0,0006930
Muriate de soude.....	0,0003804	0,0003804
Sulfate de soude.....	0,0000655	0,0001489
Carbonate de chaux.....	0,0001600	0,0001600
Carbonate de magnésie.....	0,0000600	0,0000600
Silice.....	0,0002100	0,0002100
Oxide de fer.....	0,0000100	0,0000100
	0,0015189	0,0016623

Ou, si l'on suppose la soude à l'état de sous-carbonate :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Sous-carbonate de soude...	0,0004530	0,0012250
Muriate de soude.....	0,0003804	0,0003824
Sulfate de soude.....	0,0000655	0,0001489
Carbonate de chaux, etc...	0,0004400	0,0004400
	0,0013389	0,0021945

Cette eau se distingue des autres eaux minérales par la grande proportion de silice qu'elle renferme : la source en entraîne environ 12 kilogrammes par jour. Cette silice se dépose dans les conduits souterrains que l'eau parcourt sous forme de rognons tuberculeux, souvent fort gros, et qui ressemblent beaucoup à du silex. J'ai examiné un de ces rognons qui avait été recueilli par M. Bertrand dans les fondations des bains romains ; il était brun, nuancé de noir et de blanc ; sa cassure était unie, terne dans quelques parties, luisante comme la résine dans d'autres ; il exhalait sous l'haleine une forte odeur argileuse : il s'égrenait aisément sous la lame d'un couteau, mais sa poussière était dure et rayait le verre. Cette poussière était d'un gris verdâtre ; elle est devenue rougeâtre par la cal-

cination, et elle a perdu 0,054 de son poids : traitée par l'acide muriatique, elle a fait une légère effervescence et elle est devenue d'un gris noir ; la couleur noire a totalement disparu par la calcination, ce qui prouve qu'elle provenait d'un mélange de matière charbonneuse. La dissolution muriatique ne contenait que de l'oxide de fer et un peu de chaux. La même poussière, mise en ébullition avec de la potasse caustique, s'est dissoute promptement et presque totalement ; et la dissolution, saturée d'acide muriatique, s'est prise en gelée par l'évaporation. Cette propriété qu'a la matière siliceuse du Mont-Dore de se combiner avec les alcalis par la voie humide ne permet pas de supposer qu'elle ait d'autre origine que l'eau minérale, et la distingue du silex ordinaire.

Soupçonnant que cette matière siliceuse pourrait bien être un sur-silicate de soude, j'y ai recherché cet alcali en la fondant avec du nitrate de baryte, j'en ai trouvé effectivement environ 0,01 ; mais cette proportion est si faible que l'on peut croire qu'elle est accidentelle.

L'analyse a donné :

Silice	0,89
Oxide de fer	0,04
Soude	0,01
Carbonate de chaux	0,01
Eau et matière combustible	0,05
	1,00

La matière combustible provient évidemment de la décomposition des fucus, qui croissent en abondance dans toutes les eaux minérales.

Le dépôt ocreux qui se forme dans le Puits,

et dont j'ai déjà fait mention, se change en une poudre très-légère et d'une belle couleur jaune brun lorsqu'on la fait sécher au soleil. J'ai trouvé cette poudre composée de

Peroxide de fer	0,615
Eau	0,244
Silice gélatineuse	0,116
Carbonate de chaux	0,025
	1,000

Toutes les eaux minérales un peu ferrugineuses produisent près de leur source des dépôts absolument semblables. Celui qu'on ramasse dans la grande source salée de Moutiers en Tarentaise, par exemple, contient :

Peroxide de fer	0,610
Eau	0,244
Silice gélatineuse	0,066
Carbonate de chaux	0,080
	1,000

La silice que renferment ces dépôts y est dans un tel état de division qu'elle se dissout à froid dans l'acide muriatique. Quant au peroxide de fer, il s'y trouve évidemment combiné avec de l'eau ; mais il constitue un hydrate différent de celui qui existe parmi les minéraux, et qui paraît contenir deux fois autant d'eau que ce dernier, c'est-à-dire :

Peroxide de fer	0,74	100	$\left.\begin{matrix}\\\\\end{matrix}\right\}$ $\ddot{F}e+3\,Aq.$
Eau	0,26	35,13	

C'est encore cet hydrate, à-peu-près pur, que l'on obtient lorsqu'on précipite une dissolution de peroxide de fer, soit par l'ammoniaque, soit par un carbonate alcalin. Les précipi-

tés, parfaitement lavés et desséchés lentement au soleil, se divisent en morceaux compactes d'un brun très-foncé, à cassure luisante et résineuse; ils sont identiques, et je les ai trouvés composés de :

Peroxide de fer.....	0,71
Eau.....	0,18
Acide carbonique.....	0,01

Il se pourrait que la proportion de l'eau fût un peu exagérée : il est difficile d'en obtenir rigoureusement la proportion, parce que la matière est en même temps très-hygrométrique et très-facile à décomposer par la chaleur. La présence de l'acide carbonique en aussi petite proportion a de quoi surprendre; mais je l'ai observée plusieurs fois. Peut-être en faut-il conclure que les précipités que j'ai examinés sont formés de l'hydrate $\ddot{F}e + 3Aq$, combiné avec un carbonate de fer avec eau de cristallisation. Quoi qu'il en soit, il résulte de mes expériences que le carbonate de peroxide de fer pur n'existe pas.

---

9. *Notice sur les eaux minérales et thermales de Saint-Nectaire; par M.* P. Berthier, *ingénieur des mines.*

Les eaux minérales de Saint-Nectaire étaient certainement connues des anciens; car on a trouvé auprès des sources un pavé et un bassin qui sont évidemment des restes de constructions romaines appropriés à l'usage des bains. Depuis l'invasion des Barbares, ces eaux étaient tout-à-fait tombées dans l'oubli, et la source principale

s'était même perdue; mais cette source ayant été retrouvée en 1812, en faisant des fouilles auprès d'une autre source plus petite, beaucoup de personnes des pays environnans vinrent s'y baigner, et elle attira l'attention du Conseil général du département sur Saint-Nectaire : une Commission fut chargée de se transporter sur les lieux, et d'examiner le mérite et l'importance des eaux. Cette Commission, composée de M. le docteur Bertrand et de MM. Montlosier, Penisat et Levoil, fit une analyse approximative de ces eaux; elle indiqua l'usage que l'on pourrait en faire pour le traitement des malades, et elle en rendit un compte très-avantageux. Sur son rapport, le Gouvernement se décida à nommer un médecin-inspecteur, et il fixa son choix sur M. le docteur Marcon.

Dès qu'il fut installé, M. le Dr Marcon, jaloux de remplir ses fonctions avec honneur et avec distinction, se livra à une étude approfondie des propriétés des eaux dont il venait d'être chargé de diriger l'emploi. Il désira en connaître la composition exacte, et pour cela il eut recours à plusieurs personnes, entre autres à M. Boulay et à moi. J'ai fait l'analyse complète de l'eau d'une des sources à la fin de 1820, et j'ai répété depuis cette analyse sur de l'eau provenant de quatre sources différentes. Je vais faire connaître les résultats que j'ai obtenus, et j'y joindrai l'analyse de différens dépôts que forment les eaux; mais auparavant je donnerai quelques détails sur le gisement des sources et sur le pays au milieu duquel elles se trouvent : j'ai eu l'avantage de visiter ce pays, il y a deux mois, avec M. Marcon,

qui a eu la complaisance de me faire voir tout ce qu'il renferme d'intéressant.

Saint-Nectaire est un grand village bâti sur un rocher au fond d'une gorge aride, creusée sur la rive gauche de la Couze, dans la partie méridionale du grand plateau granitique qui borde toute la Limagne à l'ouest. Cette gorge se trouve presqu'au pied de l'énorme masse volcanique du Mont-Dore. En descendant ces montagnes, c'est la première dans laquelle on voit le sol primitif à découvert. Les hauteurs qui l'environnent sont, de toutes parts, recouvertes par les lambeaux des coulées basaltiques qui se sont étendues jusqu'à une très-grande distance vers l'est.

La maison des Bains est située à un kilomètre au-dessous du village, presqu'à l'embouchure de la vallée : elle est à 26 kilomètres au sud de Clermont, 25 kilom. à l'est d'Issoire, et 17 kilom. à l'ouest des bains du Mont-Dore. Il faut à-peu-près quatre heures pour s'y rendre de chacun de ces lieux. On ne pouvait y parvenir autrefois que par des chemins affreux et impraticables aux voitures; mais aujourd'hui on y arrive d'Issoire par une grande route que le Gouvernement a fait ouvrir pour établir une communication entre cette ville et le Mont-Dore. Cette route n'est pas entièrement tracée du côté du Mont-Dore; mais elle le sera bientôt, et l'on assure qu'elle pourra être entièrement terminée, au plus tard, dans deux ans. Saint-Nectaire communiquera alors avec tous les pays que traverse la route de Clermont à Aurillac, aussi facilement qu'il communique déjà avec la Limagne par Issoire.

Les bains de Saint-Nectaire sont renfermés

dans une espèce de cabaret qui, jusqu'ici, a été la seule maison où les malades pussent se loger; mais depuis que le Gouvernement a nommé un médecin-inspecteur, et qu'il a manifesté l'intention d'améliorer les eaux, plusieurs particuliers se sont mis à construire des auberges où l'on pourra trouver à se loger commodément dès l'année prochaine.

Le site des bains de Saint-Nectaire est en lui-même sauvage et triste; mais tout ce qui l'entoure est agréable ou propre à exciter la curiosité. Le pays jouit d'un climat sain et tempéré : il y pleut rarement, et le raisin y mûrit.

A quelques minutes de marche, en descendant la gorge, s'ouvre, transversalement à celle-ci, un beau bassin dont la longueur est de près d'une lieue. Ce bassin, très-fertile et entouré de rochers pittoresques, est arrosé par un joli ruisseau bordé de prairies, et il offre par-tout des ombrages agréables.

A l'est, il est encombré par des masses de laves qui ont été vomies par le volcan de Chambon, et à travers lesquelles le ruisseau s'est frayé un passage : on remarque parmi ces masses une aiguille très-haute et aujourd'hui inaccessible de tous côtés, au sommet de laquelle on aperçoit les ruines d'une tour fort ancienne.

A l'ouest, auprès de Sailhens, le ruisseau forme une cascade qui est connue des naturalistes sous le nom de *Sault-de-Sailhens:* elle offre une belle nappe d'eau, qui tombe, sans se diviser, du haut d'un escarpement basaltique.

Un peu plus bas, auprès de Verrières, le bassin se resserre tout-à-coup : on ne peut en sortir qu'en suivant, sur une longueur de plus d'une

lieue, une gorge profonde, bordée de rochers coupés à pic. Le long de ces rochers, on a taillé un chemin de mules, dans lequel le voyageur ne s'engage pas sans éprouver quelqu'émotion. Les parois de la gorge sont granitiques; les hauteurs sont couronnées de vieilles laves; le fond est occupé par des laves plus nouvelles qui sont sorties du grand volcan de Chambon, et qui, après avoir couvert le bassin de Sailhens, ont pénétré dans la gorge, l'ont parcourue dans toute sa longueur, et se sont portées presque jusqu'à Champeix.

A peine est-on sorti de la gorge de Verrières, qu'on entre dans un pays bien cultivé; plus on avance, plus ce pays devient agréable : à *Montaigu-le-Blanc* (1), le vallon s'est déjà beaucoup élargi; on commence à voir des vignes. A Champeix, on découvre tout-à-coup un horizon immense, et l'on a sous les yeux une des plus magnifiques contrées du monde : c'est la riche Limagne avec ses beaux champs de froment, ses vallons remplis de vergers et de forêts de noyers, ses coteaux couverts de vignobles, ses grands villages qu'on prendrait pour des villes, et qu'on aperçoit de tous côtés sur les hauteurs. Ces villages, fondés dans les temps de la féodalité, ont été obligés de se placer ainsi, afin d'être en état de se défendre contre les habitans du haut-pays, alors toujours disposés à quitter leurs montagnes pour venir, sous la conduite des seigneurs, piller leurs opulens voisins (2). On peut, en moins

(1) Ainsi nommé, parce qu'il est entouré de calcaire blanc, le premier qu'on aperçoive en descendant des montagnes.

(2) La Limagne a été autrefois entièrement remplie par des calcaires et des marnes qui ont été déposés en bancs horizontaux par les eaux douces d'un grand lac; des laves sont venues ensuite s'étendre sur le terrain ainsi nivelé : plus tard ce terrain a été creusé et sillonné en divers sens. Aujourd'hui le calcaire est à nu dans les vallons et sur les coteaux; mais sur les plateaux élevés il est presque par-tout recouvert par des lambeaux de coulées balsatiques. C'est au mélange du calcaire avec les débris des matières volcaniques que le sol doit sa grande fécondité.

de deux heures, se rendre des bains de Saint-Nectaire à Champeix, pour jouir du coup-d'œil de ce superbe pays.

A peu de distance de la maison des bains, on voit deux monumens celtiques connus dans le pays sous le nom d'autels des Gaulois. Il y en a un sur la montagne de Cornado, il est renversé; mais l'autre, qui est situé sur la montagne en face, est bien conservé : il représente une grotte formée de trois grosses pierres posées debout pour en faire les faces latérales et le fond, et d'une autre beaucoup plus grosse encore qui sert de couverture à ce singulier monument.

Les belles cascades qui descendent des gorges auprès desquelles est situé le village des Granges sont assez peu éloignées des bains pour que les malades puissent en faire le but d'une de leurs promenades.

L'église de Saint-Nectaire mérite d'être visitée, elle est d'un style gothique très-élégant : elle a été bâtie par des bénédictins. Tout à côté se trouve un château en ruine qui offre des restes très-remarquables.

Tous les voyageurs qui parcourent la contrée vont voir le château gothique de Murol. Il est très-grand et bien conservé : c'est un des plus curieux de l'Auvergne. Il est situé sur le som-

met d'un pic isolé et couronné par un épais lambeau basaltique : ce devait être dans le temps une très-belle habitation seigneuriale, aujourd'hui le propriétaire s'y trouve fort mal logé.

Auprès du village de Chambon, un volcan, qui s'est ouvert autrefois au milieu de la vallée, a barré le lit du torrent, et a formé un lac qui existe encore. L'immense coulée que ce volcan a vomie est couverte, sur une grande étendue, du côté de Murol, de monticules de scories qui ressemblent à de petits cratères. Ces monticules sont très-remarquables. Les géologues croient qu'ils ont été produits par des vapeurs souterraines qui ont soulevé et fait bouillonner la lave pendant qu'elle était encore liquide.

En étendant un peu plus le cercle de leurs excursions, les personnes qui séjourneraient aux bains de Saint-Nectaire pourraient très-aisément aller visiter 1°. les lacs Pavin, Estivadou, et tous les autres lacs qui se trouvent auprès de la petite ville de Besse; 2°. la vallée de Chauffour, qui remonte jusqu'au Puy-de-Sancy, le plus élevé de tout le pays; 3°. enfin, les bains du Mont-Dore : lorsque la grande route sera terminée, il sera facile de faire ce dernier voyage, et de revenir en un jour sans se fatiguer.

Depuis le village de Saint-Nectaire jusqu'à la maison des Bains, sur une longueur de plus de 1700 mètres, on remarque de part et d'autre du vallon, à différens niveaux, un grand nombre de sources minérales; on en voit aussi çà et là au milieu des prairies et jusque dans le lit du ruisseau. Les eaux minérales suintent de tous côtés dans l'espace que j'ai indiqué. Elles s'élèvent en bouillonnant à travers les fissures d'un

gneiss jaunâtre en décomposition; elles sont chaudes, mais à des degrés différens; elles sont limpides près de leur source, mais elles couvrent le sol sur lequel elles coulent d'incrustations calcaires qui s'accumulent avec le temps, et forment en différens endroits des rochers considérables. Dans les journées chaudes et sèches de l'été, elles garnissent les herbes dont elles mouillent le pied, d'efflorescences blanches qui sont très-fortement alcalines. Pour peu que ces eaux aient eu pendant quelque temps le contact de l'air, elles se remplissent de fucus, qui paraissent y croître avec une grande rapidité; elles entraînent ces fucus, jusque dans le ruisseau qui en est tout rempli (1). On voit aussi dans les sources mêmes de petits animaux qui sont doués d'une grande agilité.

(1) On observe la même production de fucus dans la plupart des eaux minérales; ils se développent, par exemple, avec une si grande abondance dans le bassin de la source de l'hôpital, à Vichy, que si l'on ne vidait pas ce bassin tous les huit jours, il en serait bientôt encombré. La vie de ces fucus est très-courte : ils se transforment, après leur mort, en une matière extractive qui, au bout d'un certain temps, communique à l'eau une odeur et une saveur fort désagréables, analogues à-la-fois à celle des herbages fanés et à celle des écrevisses pourries. Il paraît que lorsque l'eau contient une certaine proportion de la matière extractive, elle acquiert des propriétés médicinales qu'elle n'a pas lorsqu'elle est pure, et que cette matière joue, dans la guérison de certaines maladies, un rôle auquel on n'a pas eu égard jusqu'à présent. Je regarde comme certain que la matière végéto-animale dont l'existence dans les eaux minérales a été signalée par beaucoup de chimistes, provient uniquement de la décomposition des fucus. Effectivement, je n'en ai jamais aperçu la moindre trace dans les eaux prises au bouillon des sources, et qui n'avaient été gardées que peu de temps en bouteilles.

Parmi les sources minérales de Saint-Nectaire il y en a un grand nombre qui sont trop peu abondantes pour qu'on en fasse mention : on n'en compte que six qui méritent de fixer l'attention, ce sont :

1°. La *Grande-Source* ou le *Gros-Bouillon*. Elle a été découverte en 1812, en creusant une cave dans la maison du sieur Maudon. Mais il paraît qu'elle avait déjà coulé autrefois dans le même lieu, et qu'elle s'était obstruée elle-même en empâtant de calcaire les déblais qui s'étaient détachés du flanc de la montagne. Elle bouillonne très-fortement. Sa température est de 32° de Réaumur. Elle produit 43 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures, ou 15,700 par année. Elle est entourée d'un bassin long de 23 décimètres, large de 20, et profond de 8. C'est dans ce bassin, creusé dans l'empâtement calcaire, que les malades se baignent pêle-mêle, et c'est à cela que se réduit actuellement l'établissement thermal.

2°. La *Vieille-Source*. Elle est à dix pas de la précédente, dans la même maison. Elle est au centre d'un petit bassin qui paraît être de construction fort ancienne. Sa température est de 29°. Elle produit $14^{m.c.},3$ d'eau par vingt-quatre heures, ou 5,230 par année.

3°. La *Source-de-la-Voûte*. Elle est située à peu de distance et un peu au-dessus de la Vieille-Source. Elle appartient au sieur Aurine. Elle est couverte par un petit bâtiment voûté ouvert à tout le monde. Sa température n'est que de 19°, et elle ne produit que $7^{m.c.},15$ d'eau par vingt-quatre heures, ou 2,616 par année.

4°. La *Source-du-Chemin*. Elle a été découverte par les soins de M. Marcon lorsqu'on a ouvert la grande route du Mont-Dore. Elle est à quelques centaines de mètres de la Grande-Source. Sa température est de 19°, et elle produit $22^{m.c.},36$ d'eau, par vingt-quatre heures, ou 8,140 par année.

5°. La *Source-de-la-Côte*. Cette source est située dans un pré sur le penchant de la côte de Cornado, à-peu-près à moitié chemin de la maison des bains au village de Saint-Nectaire, sur la rive droite du ruisseau. Autrefois elle ne marquait que 27°, et elle ne produisait que 50^{m} d'eau en vingt-quatre heures; mais les travaux que M. le docteur Marcon et M. l'architecte Ledru ont fait faire l'ont déjà beaucoup améliorée. Actuellement elle marque plus de 29°, et elle produit $72^{m.c.}$ en vingt-quatre heures, ou 26,300 par année. Les fouilles ont mis à découvert les décombres d'une ancienne construction, parmi lesquels on a trouvé des tuiles romaines et des fragmens de vases antiques. C'est auprès de cette source que M. Ledru propose de construire un bâtiment thermal. La situation de ce bâtiment à mi-côte le mettrait en vue de tout le vallon, et offrirait de grandes ressources pour la distribution des eaux. Il aurait l'aspect du levant et du midi, et il serait défendu des vents froids qui descendent du Mont-Dore par les montagnes qui sont au nord et au couchant.

6°. Enfin la *Source-du-Village*. Elle gît au bas du chemin qui monte à Saint-Nectaire, un peu au-dessus du ruisseau. Elle est à peine tiède et fort peu abondante. On ne l'a pas jaugée.

En récapitulant, on voit que les cinq sources principales fournissent ensemble $259^{m.c.}$ d'eau

par vingt-quatre heures, ou 58,000 par année. Cette quantité, quelque considérable qu'elle soit, suffira à peine à la consommation d'un grand établissement thermal, parce que l'on ne pourra que rarement faire usage des eaux qui sont les moins chaudes. Si le Gouvernement se décide à faire des constructions à Saint-Nectaire, il conviendra qu'il se rende acquéreur de toutes les sources; il sera d'ailleurs facile de recueillir un plus grand volume d'eau en creusant des rigoles le long des coteaux; on pourra même découvrir de nouvelles sources en creusant quelques puits dans les parties du vallon où les suintemens sont les plus abondans. Enfin il est probable qu'en pratiquant avec prudence autour des sources des travaux semblables à ceux que M. Ledru et M. Marcon ont fait exécuter auprès de la source de la Côte, on en éleverait sensiblement la température et on en augmenterait le volume.

J'ai analysé les eaux de la Grande-Source, de la Vieille-Source, de la Source-du-Chemin, et de la Source-de-la-Côte; j'ai obtenu pour chacune le même résultat. Il y a tout lieu de croire qu'il en aurait été de même pour l'eau des autres sources. Je pense d'après cela que toutes ces sources proviennent d'un réservoir commun.

L'eau minérale de Saint-Nectaire a une saveur salée, mêlée d'un petit goût alcalin qui n'a rien de désagréable. Elle est fortement acidulée par le gaz acide carbonique dont elle est sur saturée; aussi rougit-elle très-sensiblement le papier bleu; elle ne renferme pas la plus petite trace de gaz hydrogène sulfuré. Lorsqu'on la fait chauffer, elle pétille aussitôt comme du vin

de Champagne, puis elle se trouble et elle devient légèrement alcaline.

J'en ai fait évaporer 2500 grammes : lorsqu'elle a été réduite au cinquième de son volume, j'ai filtré, et j'ai calciné le dépôt terreux qui est resté sur le filtre; il a pesé 1g.,175, ce qui équivaut à 0,00047 du poids de l'eau : j'ai évaporé ensuite jusqu'à siccité l'eau filtrée, et j'ai calciné le résidu alcalin au rouge sombre : ce résidu était parfaitement blanc, et il a pesé 11g.,50 au moins; ce qui équivaut à 0,0046 du poids de l'eau.

J'ai analysé séparément ces deux matières par les moyens que j'ai déjà décrits plusieurs fois.

Pour doser l'acide carbonique, j'ai mêlé un litre d'eau minérale avec un excès d'eau de chaux, j'ai pesé le précipité bien sec, et j'en ai retranché le poids du carbonate de chaux, de la magnésie et de l'oxide de fer que la chaux avait précipités en même temps que l'acide carbonique, etc.

D'après mes expériences, l'eau est composée comme il suit :

	Sels sans eau.		Sels cristallisés.	
Acide carbonique libre.....	0,000736		0,000736	
Carbonate de soude neutre....	0,002833	0,005409	0,003150	0,005920
Muriate de soude.....	0,002420		0,002420	
Sulfate de soude.....	0,000156		0,000350	
Carbonate de chaux.....	0,000440	0,000794	0,000440	0,000794
Carbonate de magnésie.....	0,000240		0,000240	
Silice.....	0,000100		0,000100	
Oxide de fer.....	0,000014		0,000014	
	0,006203		0,006714	

Ou si l'on suppose la soude à l'état de sous-carbonate :

	Sels sans eau.		Sels cristallisés.	
Acide carbonique libre.....	0,001545		0,001545	
Sous-carbonate de soude.....	0,002024	0,004600	0,005419	0,008189
Muriate de soude.....	0,002420		0,002420	
Sulfate de soude.....	0,000156		0,000350	
Carbonate de chaux, etc.....	0,000794		0,000794	
	0,005394		0,008983	

Les sels alcalins qu'on pourrait en extraire contiendraient :

	Sels sans eau.	Sels cristallisés.
Sous-carbonate de soude...	0,440	0,660
Muriate de soude.....	0,526	0,298
Sulfate de soude.....	0,034	0,042
	1,000	1,000

Il y a peu d'eaux minérales aussi riches en sels alcalins que les eaux de Saint-Nectaire. Elles doivent donc agir avec une grande énergie sur l'économie animale ; mais leurs propriétés médicinales n'ont pas encore été convenablement étudiées : il est réservé à M. le docteur Marcon de les faire connaître.

Quoique les eaux de Saint-Nectaire contiennent une proportion considérable de matières salines, elles n'en renfermnent cependant pas plus que les eaux de Vichy, et elles sont beaucoup moins alcalines que celles-ci, puisque ces dernières renferment 0,0038 de sous-carbonate de soude anhydre (1), tandis qu'il n'y en a que 0,0020 dans celles de Saint-Nectaire : il y aurait donc infiniment moins d'avantage à exploiter les eaux de Saint-Nectaire que les eaux de Vichy, pour en extraire la soude.

(1) Voyez *Annales des Mines*, t. V, p. 410.

J'ai dit que les eaux de Saint-Nectaire déposaient des concrétions calcaires sur le sol, et que, dans les temps chauds et secs, elles couvraient les brins d'herbe d'efflorescences alcalines. J'ai examiné ces concrétions et ces efflorescences.

L'aspect des concrétions varie. Celles qui se forment près des sources ont une couleur ocracée qu'elles doivent à l'oxide de fer que l'eau dépose dès qu'elle a le contact de l'air. Les autres sont grisâtres ou blanches ; elles sont composées de couches concentriques contournées, et elles affectent toutes sortes de formes bizarres : elles ressemblent souvent à des choux-fleurs. Leur cassure est presque toujours cristalline et striée. J'ai trouvé :

	Dans les concrétions ocracées.	Dans les concrétions blanches.
Sable mêlé de silice gélatineuse.	0,14	0,18
Carbonate de chaux.....	0,78	0,78
Carbonate de magnésie.....	0,04	0,04
Oxide de fer.....	0,04	trace.
	1,00	1,00

Les efflorescences alcalines sont pulvérulentes et d'un blanc de neige : leur saveur est fortement alcaline. Elles se dissolvent promptement dans l'eau et sans laisser de résidu. Pour les analyser, j'en ai dissous 5 grammes dans l'acide acétique ; j'ai fait bouillir, puis j'ai ajouté à la dissolution du nitrate de baryte, qui n'y a produit aucun précipité, et ensuite du nitrate d'argent, qui m'a donné 0g·,95 de muriate d'argent, équivalent à 0g·,188 d'acide muriatique, et à 0g·,4 de muriate de soude. 5 autres grammes ayant été dissous dans l'acide muriatique pur, il s'est dégagé 1g·,4 d'acide carbonique, et la dissolution

évaporée à sec a laissé 4g.,1 de muriate de soude pur ; en retranchant de cette quantité les 0g.,4 que contenait l'efflorescence, il en reste 3g.,7 qui proviennent du carbonate de soude : or, ces 3g.,7 de muriate de soude équivalent à 3g.,29 de sous-carbonate de soude, qui sont composés de 1g.,97 de soude et de 1,32 d'acide carbonique. L'expérience directe ayant donné 1,4 de cet acide, il en résulte que les efflorescences contiennent la soude à très-peu-près à l'état de sous-carbonate. Il résulte aussi des données précédentes que ces efflorescences sont composées de :

Sous-carbonate de soude...	0,657
Muriate de soude.....	0,080
Eau de cristallisation.....	0,263
	1,000

On voit que cette matière diffère extrêmement de celle qui est tenue en dissolution dans les eaux : c'est du sous-carbonate de soude presque pur.

Il paraît que lorsqu'une eau minérale alcaline reste exposée pendant quelque temps au soleil, elle se décompose en se concentrant : le carbonate neutre qu'elle contenait passe à l'état de sous-carbonate, et celui-ci se sépare des autres sels avec lesquels il se trouve mélangé, par la propriété qu'il a de s'effleurir et de grimper le long de tous les corps. Peut-être la transformation du carbonate neutre en sous-carbonate n'a-t-elle lieu qu'au-dessus d'un certain degré de température.

Ainsi, les eaux minérales alcalines se décomposent rapidement par l'évaporation spontanée,

et elles abandonnent successivement une grande partie des principes dont elles sont chargées lorsqu'elles sortent du sein de la terre. Aussitôt qu'elles ont le contact de l'air, elles laissent dégager de l'acide carbonique : le fer, qui paraît être, dans l'eau, à l'état de carbonate de protoxide, absorbe de l'oxigène et se dépose presque immédiatement à l'état d'hydrate de peroxide : la silice se dépose un peu plus tard (1). Vient ensuite le carbonate de chaux, puis après le carbonate de magnésie : ces deux sels étaient tenus en dissolution par l'acide carbonique, ou plutôt ils formaient avec une dose additionnelle de cet acide des bi-carbonates, qui se décomposent très-promptement à l'air, sur-tout le premier. Le dégagement d'acide carbonique continuant toujours, le carbonate neutre de soude devient de plus en plus alcalin, et enfin il se transforme entièrement en sous-carbonate. Après cela, l'eau minérale n'éprouve plus aucune altération, à moins qu'elle ne se trouve en contact avec des corps qui présentent une grande surface, et exposée à une évaporation active : alors le sous-carbonate de soude grimpe le long de ces corps, et l'eau se trouve à la fin contenir une grande proportion de muriate et de sulfate de soude.

---

10. *Sur la calaïte ou turquoise de Perse ; par M.* Berzelius.

Ayant vu que ce minéral offrait, au chalumeau, la réaction caractéristique de l'acide phospho-

(1) On ignore quel est l'agent chimique qui tient la silice en dissolution dans les eaux minérales.

rique, j'en fis l'analyse par la voie humide, et j'y trouvai du phosphate d'alumine, du phosphate de chaux, de la silice, de l'oxide de fer et de l'oxide de cuivre. M. John s'est donc trompé lorsqu'il a dit que la calaïte était de l'hydrate de silice. Le lazulite est un mélange de phosphate d'alumine, de phosphate de magnésie et de phosphate d'oxide de fer.

---

11. *Sur les amphiboles; par M.* Berzelius.

Dans un système de minéralogie fondé sur la cristallisation, on comprend sous un même nom désignatif d'une certaine forme cristallographique, un certain nombre de minéraux, qui, quoique différens sous le rapport de la couleur comme de beaucoup d'autres, ont cependant une forme commune.

Mitscherlich a prouvé que certaines bases, saturées d'uu même acide au même degré, affectent la même forme cristalline, et il a fait voir en particulier que la chaux, la magnésie et les oxidules de fer et de manganèse composent ainsi une classe de bases *ilomorphes*(1). Il a montré en outre, d'après des expériences faites par la voie humide, que des sels isomorphes ont la propriété de cristalliser en commun, concourant d'une manière uniforme à l'édification d'un seul et même cristal, sans être liés entre eux par une affinité chimique, et, conséquemment, sans être astreints à des proportions déterminées: et il semble que la même opération ait eu lieu dans la nature,

(1) Le lecteur peut consulter, à ce sujet, le mémoire que M. Mitscherlich a fait imprimer dans les *Annales de Chimie*, t. XIV, p. 172.

lorsque les minéraux, en cristallisant, se sont séparés les uns des autres. D'après cela, on conçoit le fait, énigmatique jusqu'à ce jour, d'une identité absolue de forme géométrique dans des minéraux dont les analyses offrent des différences très-notables. Dès-lors, pour juger avec certitude les résultats de ses analyses, le chimiste n'aura plus qu'à reconnaître quelles sont les combinaisons isomorphes. Je considère comme parfaitement prouvé, que l'idée de M. Haüy, que la forme géométrique est le caractère le plus essentiel d'une espèce minérale, ne peut pas être exacte. On verra en bien peu de temps les preuves contraires à cette idée de M. Haüy se multiplier à l'infini.

D'après les analyses que M. Bonsdorf a faites des amphiboles les plus pures, il paraît qu'elles se composent d'un volume de trisilicate de chaux, et de trois volumes de bisilicate de magnésie; mais nous en avons une autre sorte, qui, tout en affectant la même forme, en diffère considérablement sous le rapport de la composition chimique. Non-seulement elles renferment une nouvelle base entièrement hétéromorphe relativement aux espèces précitées; savoir, l'alumine; mais dans plusieurs d'entre elles, la silice n'est pas en quantité suffisante pour former des silicates: en d'autres termes, l'oxigène de la silice est souvent en moindre quantité que l'oxigène des bases, et plus il y a d'alumine dans le minéral, moins il contient de silice. Il s'agit donc de savoir si la constitution de ces amphiboles noires est absolument nouvelle. Or, si l'on peut hasarder une conjecture à ce sujet, la plus probable est que ces minéraux contiennent, outre

des bisilicates et des trisilicates de magnésie, de chaux et d'oxidule de fer, un aluminate résultant de la combinaison de l'alumine avec l'excès des bases que je viens de nommer, aluminate qu'on peut supposer isomorphe avec l'un des silicates qui l'accompagnent. M. Bonsdorf a rencontré dans la plupart des amphyboles une certaine quantité d'acide fluorique, qu'il regarde comme formant dans ces fossiles une combinaison neutre avec une quantité correspondante de chaux.

---

12. *Sur les Pyroxènes ; par M.* Berzelius.

Il en est de ce fossile comme de l'amphybole : sa forme est commune à un grand nombre de combinaisons diverses, formées par des silicates des quatre bases dont nous avous parlé. D'après les expériences vraiment curieuses que M. H. Rose a faites sur la composition des pyroxènes, et d'après les aualyses de Laugier, Hisinger, Bonsdorf, Vachtmeister et Nordenskiold, il paraît que les pyroxènes incolores, ainsi que la malacolite ont tous donné CS^2+MS^2; mais les espèces vert clair et opaques ont souvent offert un excès de silicate de chaux, et les noires contiennent ordinairement, comme certaines espèces d'amphyboles, une quantité plus ou moins considérable d'alumine, laquelle n'influe ni sur la forme ni sur le clivage du fossile. Dans quelques pyroxènes, le bisilicate d'oxidule de fer remplace le bisilicate de magnésie, comme, par exemple, dans l'hedenbergite, qui, d'après l'expérience de Rose, est CS^2+fS^2, et ne contient pas de magnésie. Les pyroxènes se partagent en quatre classes principales, d'après les proportions et la nature de leurs parties constituantes : la pre-

mière classe correspond à la formule CS^2+MS^2, qui représente les pyroxènes incolores et transparens ; la deuxième comprend ceux qui contiennent plus d'atomes de chaux que d'atomes de magnésie; la troisième, ceux où le bisilicate de fer entre comme partie coustitutive essentielle, et la quatrième eufin se compose des pyroxènes alumineux, lesquels sont noirs pour la plupart.

---

13. *Sur l'hydrate de magnésie natif.* (Edinburgh philosoph journ.)

Ce miuéral a été découvert pour la première fois par Bruce à Hobokèn, dans le New-Jersey. Le docteur Hibbert l'a rencontré, en 1817, dans l'ile d'Uuro, l'une des Shetlaud. Il est mêlé avec du carbonate de magnésie et de chaux, et forme des veines de 1 à 8 pouces d'épaisseur dans la serpentine.

Il est composé, d'après l'analyse que le docteur Fife en a faite, de :

Magnésie.....	0,6975
Eau.....	0,3025

---

14. *Analyse d'une magnésie carbonatée des Indes orientales ; par M.* Heury. (Annals of phylosophy, *v. I*, *p.* 254.)

Ce minéral est en masses d'un blanc de neige, à l'exception de petites baudes et de points d'un jaune d'ocre. Il n'a extérieuremeut aucun éclat ; sa transparence est très-faible, et seulemeut visible aux angles; sa cassure est un peu conchoïde, passant à la cassure iuégale ; ses fragmens sont anguleux ; sa pesantenr spécifique est de 2,5615 ; il se dissout dans les acides avec

effervescence, lentement à froid, et plus promptement lorsque l'on chauffe. Il est composé de :

Magnésie	0,460
Acide carbonique	0,510
Substance insoluble	0,015
Eau	0,005
	0,990

L'existence d'un véritable bi-carbonate est douteuse. J'ai trouvé le carbonate que l'on obtient en versant du bi-carbonate de soude dans une dissolution de sulfate de magnésie composé de :

Magnésie	0,29
Acide carbonique	0,30
Eau	0,41
	1,00

15. *Sur la pyrallolite de Pargas ; par M.* Berzelius.

M. Nordenskiold regarde ce minéral comme formé de $AS^2+CS^4+6MS^2+2Aq$; mais sa ressemblance avec la stéatite de Bayreut donne lieu de penser que la chaux et l'alumine n'en font pas partie essentielle, et que sa véritable formule est MS^2.

16. *Sur l'épidote ; par M.* Berzelius.

Ce nom désigne encore une certaine forme de cristal qui comprend des minéraux de composition différente ; savoir,

1°. La zoizite de Bayreut et de Karnthen, dont la formule est CS+2AS.

2°. La pistazite du bourg-d'Oisans, etc., dont la formule est CS+FS+4AS;

3°. L'épidote manganésifère de Saint-Marcel.

17. *Sur les grenats ; par M.* Berzelius.

La forme du grenat s'étend à des minéraux que l'on ne peut considérer comme des substances de même espèce ; mais toutes les difficultés sont levées d'une manière très-satisfaisante par la découverte que M. Mitscherlich a faite de l'isomorphisme de certaines bases, et de la faculté qu'ont les combinaisons isomorphes de pouvoir cristalliser simultanément sans être assujeties à des proportions fixes. Les oxidules de fer et de manganèse forment, avec la chaux et la magnésie, une classe de bases isomorphes. Mitscherlich a fait voir que l'alumine et les oxides de fer et de manganèse composent aussi une classe de corps isomorphes, mais dont la forme n'est pas la même que celle des bases de la première classe ; et ce sont les sept bases que je viens de nommer qui se rencontrent dans les grenats.

Le grenat aluminifère est $fS+AS$; mais il est clair que chacune des trois bases isomorphes avec l'oxidule de fer, peut, sans changer la forme du cristal, se substituer à cet oxidule. Par exemple, $CS+AS$ formera un grenat tout aussi bien que $fS+AS$. D'autre part, l'oxide de fer et l'alumine étant isomorphes, la première de ces deux bases peut tenir lieu de la seconde : nous pourrions donc encore concevoir des grenats tels que $CS+FS$. Ces différens grenats pourront se rencontrer dans la nature, soit séparément, soit cristallisés en commun, et dans toute sortes de proportions. D'un lieu à un autre, les proportions entre les parties constituantes variront, et presque jamais deux lieux différens n'offriront la même espèce. C'est aussi

ce que l'expérience a confirmé de la manière la plus complète. Bucholz a analysé un grenat de Thuringe, dont la composition est CS+AS. Le mélanite, analysé par Klaproth, est formé à-peu-près d'un atome de CS+AS, avec trois atomes de CS+FS=AS+3FS+4AS, et il n'y a aucune raison pour supposer que la combinaison qui a lieu ici entre les deux silicates doubles soit plus intime ou plus chimique que celles que Mitscherlich formait, à son gré, dans ses belles expériences sur la cristallisation simultanée des sulfates isomorphes, avec des proportions variées de ces différens sulfates. D'après l'analyse que Murray a donnée du grenat de Dannemora, ce grenat est composé de trois autres, qui sont : CS+AS, MgS+AS et *f*S+AS. Celle que Rothofft a faite du grenat brun foncé de Longbanshytta nous apprend que ce grenat est formé de deux autres ; savoir, CS+MgS et CS+FS. Le second y entre à-peu-près en quantité triple du premier. Ce que je viens de dire suffit pour montrer comment il se fait que les grenats diffèrent tant les uns des autres sous le rapport de leur composition. Comme cette composition varie d'un lieu à un autre, il me paraît plus convenable de les distinguer, dans la nomenclature, par la désignation de leurs localités, que de forger des noms propres, qui demanderaient, avec le temps, une série fort longue, et dont la mémoire se chargerait inutilement.

18. *Sur les idocrases ; par M.* Berzelius.

M. Haüy a fait deux espèces distinctes de ce minéral et de l'essonite, qui diffèrent des grenats par la forme primitive ; ce ne sont cependant que des mélanges en diverses proportions

des mêmes silicates. Le temps fera voir s'il existe entre eux une différence essentielle autre que la forme.

L'idocrase comprend : 1°. la vésuvienne, du Vésuve et de Fassa ; 2°. l'égérane d'Egra ; et 3°. La cyprine ou idocrase cuivreuse, de Tellemarken en Norwege.

Mitscherlich a fait voir que l'oxide de cuivre appartient à la même classe de bases isomorphes, que la chaux, la magnésie, l'oxidule de fer, etc. ; mais les exemples de la substitution de la première base à l'une quelconque des autres, sont extrêmement rares dans le règne minéral. La cyprine en est un.

19. *Sur les zéolithes en général, et spécialement sur le nedlstone de Kilpatrick ; par M.* Th. Thomson. (Journal de Physique, *t. XCII, p.* 121.)

Le mot de zéolithe fut introduit, pour la première fois, en 1756, par Cronstedt, qui l'appliqua à des minéraux que M. Haüy a nommés depuis mésotypes. Après Cronstedt, on confondit sous le nom de zéolithe un grand nombre de minéraux très-différens les uns des autres. Werner partageait toutes ces zéolithes en 5 espèces : 1°. la zéolithe, 2°. la cubizite, 3°. la chabasie, 4°. la laumonite et 5°. la natrolite. Son espèce zéolithe comprenait la mésotype et la stilbite de M. Haüy. M. Haüy a subdivisé les zéolithes en quatre espèces : 1°. la mésotype, 2°. la stilbite, 3°. l'analcime, et 4°. la chabasie. Nous ne nous occuperons pas des deux dernières espèces, non plus que de la laumonite, parce qu'elles sont reconnues par tous les minéralogistes.

En 1811, M. Smithson publia dans les Trans-

sactions philosophiques un mémoire pour prouver que la mésotype et la natrolite sont identiques. Il trouva en effet, pour la mésotype, la même composition qu'il avait trouvée pour la natrolite, ainsi qu'on peut le voir par les résultats suivans :

	Mésotype par Smithson.	Natrolite par Klaproth.
Silice	0,490	0,480
Alumine	0,270	0,243
Oxide de fer		0,017
Soude	0,170	0,165
Eau	0,095	0,090
	1,025	0,995

En 1816, le docteur Fuchs, professeur de minéralogie et de chimie dans l'université de Landshutt, fit connaître dans le Journal de Schweiger (*Vol. XVIII, pag.* 2) les essais que Gehlen et lui avaient entrepris pour déterminer la composition de toutes les variétés dont ils avaient pu disposer. Ces savans partagèrent la mésotype de M. Haüy en trois espèces : 1°. la natrolite, 2°. la skolézite, et 3°. la mésolite, qu'ils trouvèrent composés de :

	La natrolite.	La skolézite.	La mésolite.
Silice	0,480	0,465	0,470
Alumine	0,263	0,257	0,259
Soude	0,162		0,051
Chaux		0,142	0,098
Eau	0,095	0,136	0,122
	1,000	1,000	1,000

Selon eux, ces espèces ont les caractères suivans : la *natrolite* se présente quelquefois cristallisée en prismes à quatre pans, terminés par des pyramides tétraëdes. Ces prismes ne sont pas rectangulaires, comme M. Haüy l'a supposé ; car les faces se réunissent sous des angles de 91,5 et 88,55. L'angle qu'une face du prisme fait avec la face correspondante de la pyramide

est de 116°,5. On trouve quelquefois des prismes à 6 et à 8 pans. La pesanteur spécifique de la natrolite est de 2,256. Elle raie légèrement le verre. Elle n'est pas électrique par la chaleur. Au chalumeau, elle commence par devenir opaque, puis elle se fond en un globule incolore et transparent. Elle se dissout complétement dans l'acide oxalique. Les acides nitriques et muriatique la résolvent en une gelée assez ferme, lors même qu'elle a été calcinée.

La *skolézite* cristallise comme la natrolite : sa pesanteur spécifique est de 2,214; elle est électrique par la chaleur ; au chalumeau, elle devient opaque et se tord comme un ver, puis elle se fond en un émail très-massif et très-luisant. L'acide oxalique ne l'attaque pas complétement. Dans son état naturel, elle fait gelée avec les acides nitrique et muriatique. Lorsqu'elle a été calcinée, elle est encore décomposée par ces acides; mais la silice s'en sépare sous le forme de poudre.

La *mésolite* est commune : elle vient principalement d'Islande et de Ferroë ; elle cristallise comme les deux autres espèces ; sa pesanteur spécifique est de 2,263 ; elle est électrique par la chaleur. Au chalumeau, elle devient opaque et se tord promptement, puis elle fond en un globule opaque et bulleux. Elle se comporte avec les acides comme la skolézite.

Le docteur Freyssmuth a trouvé dans une mésolite fibreuse de Bohême :

Silice	0,446
Alumine	0,275
Soude	0,077
Chaux	0,071
Eau	0,141
	1,010

Il paraît, d'après cela, que les mésolites ne sont pas toujours composées de la même manière. Celle de MM. Fuchs et Gehlen est un mélange ou un composé de deux parties de skolézite et d'une partie de natrolite. Celle de M. Freyssmuth est un mélange ou un composé de parties égales des deux mêmes minéraux.

M. Brooke, bien connu par ses profondes connaissances en cristallographie, distingue trois espèces dans la mésotype ; savoir, la *mésotype*, le *needlestone*, et la *thomsonite*. (Annals of philosophy, *t. XVI, p.* 193.)

La *mésotype* (natrolite de MM. Fuchs et Gehlen) a une pesanteur spécifique de 2,24. Sa forme primitive est un prisme droit rhomboïdal, dont les angles sont 91°,10 et 88°,50, et dans lequel le rapport de la hauteur à la base est de 1 à 2. Ce prisme est ordinairement terminé par une pyramide à 4 et à 8 pans : 4 de ces pans font des angles de 116,37 avec les faces du prisme.

Le *needlestone de Ferroë* (skolezite de MM. Fuchs et Gehlen) a une pesanteur spécifique de 2,27. Sa forme primitive est un prisme droit rhomboïdal, dont les angles sont de 91°,10 et 88,50, mais à côtés inégaux.

Le *needlestone de Dumbarton*, auquel M. Brooke m'a fait l'honneur de donner mon nom, se trouve en abondance dans une roche amygdaloïde à Kilpatrick, près Dumbarton. L'examen que j'en ai fait m'a convaincu qu'elle devait faire une espèce particulière.

Ses cristaux sont d'un grand volume, d'un blanc de neige magnifique, et parfaitement purs. Ils ont la forme de prismes presque carrés. Ce minéral a une pesanteur spécifique de 2,37 ; il raye le spath-fluor et la stilbite, et il est rayé

par le feld-spath ; il est fragile ; au chalumeau, il se boursouffle comme le borax, il devient opaque et brillant comme la plus belle porcelaine, mais il ne fond pas. Les acides nitrique et muriatique l'attaquent complétement, et le convertissent en gelée. L'analyse que j'en ai faite m'a donné :

Silice	0,368
Alumine	0,514
Chaux	0,154
Magnésie	0,002
Péroxide de fer	0,006
Eau	0,150
	0,974

Il suit de tout ce qui précède, que la mésotype de M. Haüy devra être partagée en trois espèces, dont la constitution sera représentée ainsi :

Natrolite.... $3Al S + NS^3 + 2Aq = NAl^3S^6$.
Skolézite.... $3Al S + CS^3 + 3Aq = CAl^3S^6$.
Thomsonite.. $3Al S + CS + 2\frac{1}{2}Aq = CAl^3S^4$.

Quant à la mésolite, il est encore douteux si elle doit être considérée comme une espèce distincte, ou seulement comme un mélange de natrolite et de skolézite.

---

20. *Sur les micas ; par M.* Berzelius.

On donne ce nom à une multitude de composés divers qui affectent la même forme, mais qui se comportent très-différemment sous l'action du chalumeau, et dont la composition varie beaucoup. Le mica est, ainsi que l'amphibole, le grenat, etc., susceptible d'une certaine formule générale, dans laquelle il suffirait de remplacer les bases isomorphes les unes par les autres, pour en déduire les formules particulières aux diverses variétés. Mais cette formule chi-

mique n'est pas encore exactement connue, et l'on ne sait pas bien à quelle classe de corps isomorphes appartiennent les composés qui y entrent.

Les principales analyses de mica publiées jusqu'à présent, sont, outre celles de Klaproth et de Vauquelin, les analyses que M. H. Rose a faites dernièrement, et par lesquelles il a reconnu que tout mica contient des traces plus ou moins sensibles d'acide fluorique, et une petite quantité d'eau (1); mais ces résultats mêmes ne peuvent nous donner une idée parfaitement nette de la formule chimique représentative du mica. Les analyses de M. Rose donneraient bien une formule chimique, si dans les silicates de fer et de manganèse la base était un oxide : cette formule serait alors KS^3+12AS, où lon pourrait remplacer un plus ou moins grand nombre d'atomes de AS par un silicate d'oxide de fer ou de manganèse; mais dans les expériences qu'il a faites pour reconnaître ce qu'il en est, M. Rose a constamment trouvé que le mica ferreux, chauffé jusqu'au rouge dans une cornue, développait une couleur verte, et agissait sur l'aimant sans qu'aucun dégagement de gaz indiquât une désoxidation de l'acide présumé.

A ces incertitudes viennent se joindre les différences de polarisation de la lumière dans les différentes variétés de mica, et l'exemple remarquable, donné par M. Biot, d'un mica très-magnésien, lequel ne possède qu'un axe, tandis que les micas ordinaires en ont deux.

Rose a reconnu que les micas qui contiennent

(1) Le mica de Brodbo et de Finbo contient 0,0112 d'acide fluorique.

d'un demi à un pour cent d'acide fluorique perdent leur éclat, et deviennent mats par l'ignition dans des vases clos. Les autres perdent bien leur transparence, mais ils prennent un éclat demi-métallique, argenté ou doré. La cause de la ternissure des micas les plus riches en acide fluorique gît évidemment dans la dégradation que subit la surface de leurs lamelles lorsque l'acide fluorique s'empare d'une partie de la silice qu'ils contiennent, pour se dégager sous la forme d'acide fluorique silicé.

---

21. *Recherches analytiques sur le mica; par M.* Péchier *de Genève.* (J. d. Phys., *t. XCIII*, *p.* 241.)

J'ai analysé trois variétés de mica; savoir : le mica vert du Vésuve, le mica noir du même lieu, et le mica foliacé noir des monts Oural déjà analysé par Klaproth. D'après M. Soret, ces trois micas n'avaient qu'un seul axe de double réfraction. Je les ai trouvés composés comme il suit :

	Vert du Vésuve.	Noir du Vésuve.	Des Monts Oural.
Silice.....	0,4570	0,4200	0,3550
Alumine.....TI..	0,3170	0,0855	0,1125
Chaux.....	0,1075	0,1570	.....
Magnésie....C....	0,0095	.....	.....
Oxide de fer.....	0,0680	0,0835	0,1600
Oxide de manganèse	trace.	.....	trace.
Protoxide de titane.	0,0100	0,1500	0,3000
Potasse.....	.....	.....	0,0610
Soude.....	.....	0,0850	0,0170
Lithion.....	.....	0,0250	.....
Perte par le feu....	0,0180	0,0025	0,0275
	0,9870	1,0065	1,0330

Pour analyser ces micas on en a traité une

portion par la potasse, et lorsque les terres et le fer en ont été séparés par les procédés connus, que le liquide et les lavages réunis en ont été concentrés et rendus alcalins par une addition d'ammoniaque, on y a ajouté une infusion de noix de galles qui en a précipité l'oxide de titane à l'état de gallate. Ce gallate calciné a donné du peroxide de titane. Pour en conclure la proportion de protoxide on a supposé, d'après Klaproth, que 230 de peroxide donnent 99 et demi de protoxide. Une autre portion de mica a été chauffée avec 6 fois son poids de nitrate de baryte; Le produit a été dissous dans l'acide hydro-chlorique, la dissolution supersaturée avec du carbonate d'ammoniaque, jetée sur un filtre, le liquide évaporé à siccité, et la masse saline obtenue chauffée suffisamment dans un creuset de platine pour en volatiliser les sels ammoniacaux. Le résidu, traité par l'eau, a donné une substance brune qui est devenue d'un blanc rosé par la calcination : c'était de l'oxide de titane. La dissolution qui était claire et incolore, évaporée à siccité, a fourni un produit salin très-blanc, qui, tenu en fusion pendant une demi-heure, puis traitée par l'eau, a donné encore de l'oxide de titane. La nouvelle dissolution a été évaporée à siccité, et le résidu a été traité par l'acide sulfurique, et chauffé pour le transformer en sulfate : puis on l'a fait digérer avec de l'acool qui a dissout le sulfate de lithion et a laissé le sulfate de soude, le sulfate de potasse, et le sulfate de titane dont ceux-ci étaient encore mêlés.

---

22. *Analyse de plusieurs pierres alcalines ; par M.* P. Berthier, *ingénieur des mines.* (Ann. d. Ch., *t. XVII, p.* 35.)

J'ai analysé par le moyen du nitrate de plomb six pierres alcalines qui m'ont donné les résultats suivans :

	Adulaire (1).	Pétro-silex (2).	Ponce. (3)	Domite (4).	Domite (5).	Lave vitreuse (6).
Silice.....	0,6420	0,7520	0,7000	0,6550	0,6100	0,6440
Alumine...	0,1840	0,1500	0,1600	0,2000	0,1920	0,1564
Potasse....	0,1695	0,0340	0,0650	0,0910	0,1150	0,0540
Chaux.....	trace.	0,0120	0,0250	0,0220	.....	0,0120
Magnésie...	.....	0,0240	.....	.....	0,0160	0,0120
Ox. de fer..	.....	.....	0,0050	0,0300	0,0420	0,0430
Eau.....	.....	0,0150	0,0300	.....	0,0200	0,0710
	0,9955	0,9870	0,9850	0,9980	0,9950	0,9924

(1) *Feldspath* limpide du Saint-Gothard. Sa composition se rapproche beaucoup de celle qui est exprimée par la formule KS^3+3AlS^3. Ce feldspath ayant été exposé dans un creuset brasqué à la température du four à porcelaine de Sèvres, a perdu 0,01 de son poids et s'est fondu en un verre incolore, transparent et rempli d'une multitude de très-petites bulles.

(2) *Pétro-silex* des environs de Nantes, compacte, d'un gris verdâtre clair, opaque, à cassure grenue et presque terreuse; cette roche est évidemment composée : il est probable qu'elle résulte d'un mélange de feldspath compacte avec une matière argilleuse et peut-être avec un peu d'amphibole.

(3) *Pierre ponce* du commerce. Chauffée dans un creuset brasqué au four à porcelaine de Sè-

vres; elle s'est fondue en un verre transparent; grisâtre et rempli de grosses bulles, et elle a perdu 0,045 de son poids.

(4) *Domite* du Puy-de-Dôme (trachite). Chauffée dans un creuset brasqué au four à porcelaine de Sèvres, elle s'est fondue en un verre transparent, grisâtre, bulleux, et recouvert d'une multitude de petite grenailles de fonte, et elle a perdu 0,02 de son poids.

(5) *Domite* du Pertuis, route du Puy à Saint-Étienne (trachite). Elle est blanche avec un éclat un peu nacré; sa cassure est feuilletée et un peu écailleuse.

Les trois dernières substances ont long-temps été désignées sous le nom de *laves feldspathiques*. Elles ont effectivement de l'analogie avec le feldspath; mais on voit qu'elles ne peuvent être uniquement composées de ce mineral, et que si elles en contiennent réellement, il y est très-mélangé.

(6) *Lave vitreuse* du Cantal. Elle est compacte, sans bulles ni cavités, d'un vert assez foncé et translucide; sa cassure est vitreuse et luisante; sa pesanteur spécifique est de 2,29. Elle n'exerce aucune action snr le barreau aimanté; elle renferme des parties lamelleuses blanches que l'on croit être du feldspath. On en a séparé ces lames avec le plus grand soin, et l'analyse a été faite sur la pâte verte pure. Dans cette lave, le fer est à l'état de protoxide et combiné avec la silice comme les autres bases. On voit que cette pierre est loin d'être identique avec le feldspath: elle s'en rapproche seulement en ce que les silicates qui la composent paraissent être à-peu-près au même degré de saturation que dans ce minéral.

23. *Sur la Sordawalite; par M.* Nordenskiold.

Ce minéral a été trouvé à Sordawala, en Finlande: il paraît formé d'un mélange de phosphate de manganèse $\dot{M}g\ddot{P}+2Aq$, avec une pierre dont la formule serait $MS^2+2fS^2+3AS^2$.

---

24. *Mémoire sur la nature des grandes masses de fer métallique d'origine problématique, et sur celle du fer des aérolithes attirables par l'aimant, par M.* J. F. John. (Ann. d. Ch., *t. XVIII, p.* 198 et 332.)

J'ai analysé six sortes de masses de fer, appartenant aux temps anciens, et auxquelles on n'attribue que par analogie la même origine qu'aux aérolithes: je les ai trouvées composées comme il suit:

	Fer de Pallas.	Fer d'Ellbogen, en Bohême.	Fer de Humboldt.
Fer	0,900	0,8750	0,915
Nickel	0,075	0,0875	0,065
Cobalt	0,025	0,0185	0,020
Chrome	trace	et perte 0,0190	trace.
Manganèse	.....		
	1,000	1,0000	1,000

Il y a dans le fer de Pallas des parties qui sont cassantes, et qui contiennent du soufre, ainsi que l'a trouvé M. Laugier. Le fer d'Aix-la-Chapelle renferme un peu d'arsenic, et des traces de charbon et de cobalt.

Le *polyxène* (grains noirs qui se rencontrent dans quelques minerais de platine) est du fer tout pur.

Le fer de l'Amérique portugaise contient un peu de cuivre et de cobalt, et peut-être une trace de chrôme et de manganèse.

Le fer des aérolithes pierreux est à-peu-près de même nature que les grandes masses de fer ductile de Pallas, etc. : en effet, j'ai trouvé dans le fer de l'aérolithe :

	De Chatonnay.	De l'Aigle.	De Sienne.
Fer	0,9272	0,9272	0,9272
Nickel	0,0550	0,0550	0,0510
Soufre	0,0100	Des quantités que je n'ai pu peser.	
Cobalt	0,0078		
Chrôme	trace.		
	1,0000		

La manière dont j'analyse ces sortes de corps est très-simple : je dissous dans l'acide nitro-muriatique, et je décompose la dissolution par un excès d'ammoniaque. La liqueur ammoniacale contient tout le nickel, et seulement une trace insignifiante de cobalt.

Je dissous le précipité ferrugineux dans l'acide nitro-muriatique, et je précipite de cette dissolution le fer et le chrôme par le succinate d'ammoniaque. La liqueur retient le cobalt et le manganèse; je la concentre par évaporation, je la neutralise, et j'en précipite le cobalt au moyen de l'hydrogène sulfuré.

---

25. *Sur l'eesensinter de Freyberg* (eisenpecherz de Klaproth); *par M.* Berzelius.

D'après la manière dont ce minéral se comporte au chalumeau, ce doit être un mélange de sulfate et d'arseniate de fer. L'analyse que Klaproth en a faite est inexacte.

---

26. *Note sur une combinaison de l'acide oxalique avec le fer, trouvée à Kolowsérux, près Belin, en Bohême; par M.* Mariano de Rivéro (1). (Ann. d. Ch., *t. XVIII, p.* 207.)

Ce minéral a été trouvé dans le moorkole (lignite friable) par M. Breithaupt, qui l'a nommé *eisen resine* ou *mellate de fer*, à cause seulement de sa couleur jaune, et de l'analogie de son gisement avec le mellite. Il est en petits morceaux aplatis, cristallins, mais sans forme déterminalles. Sa couleur est le jaune serin assez pur, et tout-à-fait semblable à celle de l'oxalate de protoxide de fer de nos laboratoires. Sa pesanteur spécifique est de 1,3. Il se laisse rayer par l'ongle. Isolé, il acquiert l'électricité résineuse. Il se décompose facilement sur les charbons incandescens, donne une odeur végétale, et son résidu passe par degrés du jaune au noir, et enfin au rouge.

Cette substance se dissout promptement dans les acides même faibles; ses dissolutions précipitent le muriate de chaux, le nitrate de baryte, l'acétate de plomb, le nitrate d'argent et le sulfate de cuivre. Les sous-carbonates de potasse et de soude, ainsi que l'ammoniaque, la décomposent aisément. La liqueur ammoniacale, mêlée à du sulfate de protoxide de fer, devient rouge, et laisse déposer, au bout de vingt-quatre heures, une poudre jaune serin, semblable au minéral; mais la même liqueur ne précipite pas la disso-

(1) M. de Rivero a fait l'analyse de cette substance au laboratoire de l'École royale des mines dans le temps qu'il travaillait à cette École en qualité d'élève externe étranger.

lution d'alun comme le ferait le mellate d'ammoniaque, selon M. Vauquelin.

Pour déterminer la composition de ce minéral, je l'ai traité par l'ammoniaque, et j'ai laissé la liqueur exposée à l'air pendant plusieurs jours : tout le fer s'est séparé. La dissolution ayant ensuite été évaporée à une douce chaleur, m'a donné des petits cristaux à quatre pans, d'une saveur amère, que j'ai reconnus être de l'oxalate d'ammoniaque. J'ai eu pour résultat de l'analyse :

Protoxide de fer.....	0,5386
Acide oxalique.....	0,4614

Résultat qui ne diffère pas essentiellement de celui qu'aurait donné l'oxalate des laboratoires.

Comme le nom sous lequel M. Breithaupt a désigné cette substance donne une fausse idée de sa composition, je propose de la nommer *humboldtite*, en l'honneur du savant célèbre qui a su décrire si bien l'Amérique, mon pays (1), et comme un témoignage de ma reconnaissance et de ma profonde considération.

---

27. *Analyse d'une mine blanche de nickel de Loos, en Nelsingland ; par M.* J. Berzélius. (Ann. d. Ch., *t. XVII, p.* 131.)

Cette mine de nickel n'est pas cristallisée ; elle forme une masse métallique blanche, brillante, d'un tissu granulaire. Il y en a deux variétés très-difficiles à distinguer l'une de l'autre. Dans l'une, les grains sont arrondis ; elle décrépite au feu avec une grande violence ; chauffée dans un tube de verre fermé par un bout, elle laisse pour résidu une masse ressemblant à du

(1) M. Mariano de Rivero est né à Aréquipa, au Chili.

kupfernickel, et une portion de sulfure d'arsenic se sublime. L'autre variété est aussi grenue ; mais les grains sont moins égaux. Son tissu devient par ci par là compacte ; alors elle a l'apparence d'une mine de cobalt ; elle décrépite moins, et donne, par la distillation, du sulfure d'arsenic, et laisse un résidu blanc d'argent.

La première variété a été analysée par les deux procédés décrits page 121. La seconde variété a été analysée par le gaz oximuriatique ; elles m'ont donné les résultats suivans :

	1re. variété.	2e. variété.
Arsenic.....	0,5332	0,4537
Soufre.....	0,1440	0,1934
Nickel.....	0,2700	0,2994
Cobalt.....	.....	0,0092
Fer.....	0,0529	0,0411
Silice.....	.....	0,0090
	1,0001	1,0058

La seconde variété est essentiellement formée d'une combinaison nouvelle que l'on peut appeler *nickel gris*, parce qu'elle est analogue au cobalt gris. Cette combinaison est représentée par la formule $NiS^4 + NiAs^2$, qui correspond à la composition suivante :

Arsenic.....	0,4517
Soufre.....	0,1932
Nickel.....	0,3551

Dans le minéral, elle est mélangée de kupfernickel et de cobalt gris. Il est vraisemblable qu'elle est accompagnée aussi d'un peu de sulfure ou d'arsenium de silicium.

La première variété est principalement composée aussi de *nickel gris*, mais outre le kupfernickel, elle renferme encore en mélange de nickel arsenical $NiAS^3$.

---

28. *Sur la pimélite de Kosemütz; par M.* Berzelius.

Lorsqu'on chauffe la pimélite, elle noircit, et dégage une eau qui sent le pétrole. Cette propriété appartient aussi à presque tous les fossiles où la magnésie entre comme partie constituante essentielle. Il serait possible que l'oxide de nickel eût, dans ce cas, la même propriété que la magnésie, qu'il imite encore assez dans ses sels doubles, avec la potasse et avec l'ammoniaque. La pimélite ressemble beaucoup, quant à l'extérieur, à un talc qui contiendrait du nickel. On ne peut pas regarder sa composition comme bien connue. D'après l'analyse de Klaproth, sa formule serait $NiSi^6 + 10Aq$.

29. *Sur l'argent sulfuré aigre* (sprod-glanzerz); *par M.* Berzelius (1).

Le soufre se sépare beaucoup plus difficilement de ce minéral par le grillage que des glanzerz. Cette différence est due à la présence d'une troisième substance. Cette substance serait l'antimoine selon Klaproth. Pour moi, je n'en ai pas aperçu la moindre trace. Bien loin de là, j'ai remarqué qu'en présence de l'antimoine la séparation du soufre se fait avec la plus grande facilité, et qu'on obtient alors de l'argent antimonial. Je considère le sprod glanzerz comme une combinaison de sulfure d'argent, et d'un alliage d'argent et d'arsenic. J'ai obtenu une combinaison tout-à-fait semblable en fondant ensemble de l'argent et du sulfure d'arsenic.

(1) Cet article, ainsi que les articles 10, 11, 12, 25, 16, 17, 18, 20, 23, 24 et 28, est extrait de l'ouvrage de M. Berzelius, intitulé: *De l'emploi du chalumeau dans les analyses chimiques, etc.* Un vol. in-8°. Chez Méquignon-Marvis, rue de l'École de Médecine, n°. 3.

EXTRAIT D'UN MÉMOIRE

SUR

LA CARBONISATION DU BOIS;

Par M. le chevalier DE LA CHABEAUSSIÈRE (1).

Ce mémoire est divisé en trois parties: la première traite des diverses méthodes de carbonisation du bois et de leurs avantages comparatifs, l'auteur en décrit cinq: la première est celle que l'on a pratiquée de tout temps dans les forêts; la seconde, employée dans la forêt de Benon, près La Rochelle, consiste à carboniser le bois comme la première, avec la différence que la carbonisation se fait dans des cabanes carrées, dont les murs sont en pierre et le toit en planches assez distantes les unes des autres pour laisser passer la fumée (2). La troisième est celle dont se sert

(1) M. Vauquelin a fait à la Société d'Encouragement, au nom du comité des arts chimiques, un rapport avantageux sur le mémoire de M. de la Chabeaussière. La Société a pensé devoir rendre publiques, par la voie de son *Bulletin*, les nombreuses observations que renferme ce mémoire. Les observations dont il s'agit, fruit d'une longue pratique, pouvant être utiles à ceux qui, par la suite, formeront des établissemens de ce genre, nous nous sommes décidés, pour cette raison, à donner dans ce recueil un extrait du travail de M. de la Chabeaussière. (*N. d. R.*)

(2) Cette méthode a été décrite dans les tomes XI et XIV du *Journal des Mines*.

actuellement M. Foucaud; c'est encore la même que la première, sauf qu'il se met à l'abri des vents dans des châssis qui s'assemblent et se transportent facilement. La quatrième est la carbonisation à vase clos, telle qu'elle s'exécute à Choisy. La cinquième méthode paraît due à M. Foucaud, qui, après l'avoir mise en pratique, l'a abandonnée. M. de la Chabeaussière, annonce qu'il l'a suivie en grand et beaucoup perfectionnée, et que, d'après les améliorations qu'elle a reçues de lui, elle est préférable à toutes les autres.

Dans la seconde partie de son mémoire, l'auteur donne la description des fourneaux et appareils qu'il emploie. La troisième partie est consacrée aux détails des procédés de la fabrication du charbon, d'après sa méthode.

Cette méthode consiste à creuser en terre ou à élever sur le terrain des cylindres de terre battue ou de gazon, à y pratiquer des évents, qui, pour les fourneaux souterrains, partent de la surface et aboutissent au fond; et, pour les autres, vont simplement de dehors en dedans vers la base de ces fourneaux, en traversant l'épaisseur des murailles. Nous allons faire connaître successivement ces deux genres de construction.

1°. *Fourneaux souterrains.* On commence par tracer sur le terrain un cercle de 10 pieds de diamètre, qu'on creuse jusqu'à la profondeur de 9 pieds, mais en diminuant sa largeur d'un pied, de manière que le diamètre au fond ne soit plus que de 9 pieds. Ensuite on creuse dans les parois huit rigoles verticales ou *évents*, de 6 pouces de large sur autant de profondeur, et

également espacées entre elles; on place au fond de ces rigoles des tuyaux de terre cuite de 2 pouces de diamètre, qu'on assujettit avec de la terre à potier. A 6 pouces au-dessus du sol du fourneau, et à l'endroit où aboutissent ces tuyaux, on pratique un petit carré vide, entouré de briques, sur lesquelles on fait appuyer l'extrémité des tuyaux; ce vide, ouvert sur le devant du fourneau, doit être assez grand pour qu'on puisse y passer la main, afin de dégorger les tuyaux lorsqu'ils sont obstrués, et rétablir ainsi la circulation de l'air.

Les tuyaux disposés de cette manière ne s'élèvent pas jusqu'au sommet; ils sont surmontés d'une petite caisse en brique, dont l'ouverture a 3 pouces en carré, et qui est placée au niveau du sol. Cette caisse se prolonge horizontalement en canal couvert, soit pour éviter qu'il ne tombe rien dans les canaux et que leur orifice ne soit endommagé par le couvercle s'il venait à poser dessus, soit pour pouvoir la boucher facilement au moyen d'un morceau de brique, assujetti avec de la terre humide ou sèche: toutefois, il convient de ménager au-dessus des canaux verticaux une ouverture par laquelle on passe une longue barre de fer, dans le cas où ils seraient obstrués par du goudron calciné, qui, étant refroidi, se brise aisément et tombe au fond. Cette ouverture restera constamment fermée par un morceau de brique.

Le fond du fourneau est remblayé avec de la terre à potier légèrement humectée et battue, jusqu'au niveau des évents, c'est-à-dire à 6 pouces de hauteur, en donnant un peu de convexité à cette aire. Le bord de l'orifice du four-

neau est entouré d'un cordon en briques posées à plat, pour soutenir le chapeau qui recouvre le fourneau.

A 9 pouces au-dessous de ce cordon est pratiqué un trou rempli par un tuyau de terre cuite de 9 pouces de diamètre, qui est un peu incliné vers l'intérieur du fourneau, et se prolonge jusqu'à 2 pieds du bord; il aboutit d'un côté, par un coude, au premier tuyau, et de l'autre à une caisse carrée de 18 pouces de long sur 1 pied de large et 15 pouces de hauteur, construite en briques sur le terrain, et ouverte par le haut. Cette caisse porte une gorge qui reçoit une plaque de tôle destinée à la recouvrir, et qu'on assujettit pendant l'opération. L'acide et le goudron qui pourraient obstruer le passage s'écoulent par une ouverture percée à 2 ou 3 pouces au-dessus du fond de la caisse, et qu'on bouche à volonté avec un tuileau.

Cette caisse est sur-tout nécessaire lorsqu'on fait servir le même appareil de condensation pour deux fourneaux, ce qui économise les frais de construction et ménage le terrain; car deux fourneaux voisins travaillent rarement ensemble.

Dans ce cas, il suffit de remplir la caisse avec de la terre, pendant que le fourneau se refroidit, et alors les fumées du fourneau voisin ne peuvent y pénétrer.

De cette caisse partent des tuyaux verticaux en tôle ou en terre cuite, qui s'élèvent à environ 4 pieds et demi, et se prolongent horizontalement, ou légèrement inclinés, jusqu'à 15 pieds du fourneau; à cette distance, il n'y a plus à craindre que le feu prenne; le reste de l'appareil peut être en bois et celui de condensation être placé à cette distance, si la localité le permet.

Le couvercle ou chapeau en fer est la partie la plus essentielle et en même temps la plus dispendieuse de l'appareil; il est formé de plaques de tôle, consolidées par un cercle de fer plat et par des bandes mises de champ qui revêtissent la surface supérieure. Ce chapeau, dont la forme doit être légèrement bombée, et qui pèse de 250 à 275 kilogrammes, a 10 pieds 6 pouces de diamètre, afin qu'il porte de 3 pouces sur le bord du fourneau : il doit être assez solide pour ne pas s'affaisser quand on marche dessus. Au milieu on a pratiqué un trou de 9 pouces de diamètre, garni d'un collet et fermé par un bouchon en fer; quatre autres ouvertures de 4 pouces de diamètre, percées à un pied du bord du couvercle, sont aussi entourées d'un collet et fermées par des bouchons coniques en fer, portant une traverse pour les assujettir.

Ce couvercle se manœuvre très-aisément, au moyen de deux leviers en fer et de quelques rouleaux en bois, ayant 12 pieds de longueur, pour qu'ils puissent traverser le fourneau et poser sur le terrain.

Voilà tout ce qui concerne la construction de ces fourneaux; mais, pour en extraire le charbon, quelques ustensiles sont nécessaires, et sur-tout une grue portative ou à son défaut une pièce de bois inclinée, solidement fixée à sa base, et portant sur un tabouret à peu de distance de l'orifice; l'extrémité supérieure de cette pièce de bois, qui s'avance au milieu du fourneau,

à 8 pieds environ de hauteur, porte une poulie sur laquelle passe une corde qui sert à enlever les paniers chargés de charbon.

Ces paniers, en forme de bourriche, de 3 pieds 4 pouces de long sur 2 pieds de large, peuvent être embrassés aisément par l'ouvrier, qui les vide dans de plus grands paniers ou dans des chariots qui transportent le charbon au magasin.

On a besoin aussi de deux ou trois échelles de 9 pieds, de brouettes, de pelles, de seaux, de bigots et de rateaux à longues dents en fer et en bois, de sacs, de scies, de chevalets, de haches et d'un très-fort couperet, qui, d'un seul coup, puisse couper un morceau de rondin d'un à 2 pouces et demi de diamètre, et d'un billot destiné à cet usage. Il faut aussi deux mains de fer à cinq dents recourbées et à manche court; elles servent dans le cas où le charbon est encore trop chaud pour être pris à la main, quand on l'extrait du fourneau.

M. de la Chabeaussière a imaginé un outil qui sert non-seulement à sonder, mais à enlever du fourneau des morceaux de bois charbonné, afin de juger de l'état de la carbonisation. Cet outil, qu'on introduit par l'un des soupiraux du couvercle, est composé de deux bandes de fer, longues de 18 pouces, attachées à une douille aussi en fer, et emmanchées au bout d'une perche. En l'enfonçant dans le charbon, les deux bandes qui vont en divergeant à leur extrémité laissent engager entre elles un morceau de bois ou de charbon, qu'on retire par l'un des soupiraux.

Lorsqu'on veut recueillir l'acide et le goudron, il faut établir un appareil de condensation, qui pourra être composé d'une vingtaine de futailles, jaugeant de 45 à 60 veltes chacune, placées debout à la suite l'une de l'autre, et communiquant entre elles au moyen de tuyaux coudés en terre cuite ou en bois. Ces futailles devront être garnies de forts cercles en bois (les bandes de fer seraient promptement rongées par l'acide), et goudronnées extérieurement. Les fonds supérieurs en seront enlevés et descendus à 4 pouces dans l'intérieur, où ils reposent sur un cercle soutenu par des liteaux. Ces fonds sont percés de deux trous de 9 pouces de diamètre, pour recevoir les tuyaux de communication. La première futaille est percée de trois trous, parce qu'elle reçoit les tuyaux de deux fourneaux contigus, dont l'un reste sans emploi pendant que l'un des fourneaux refroidit, et l'autre amène la fumée de celui qui est allumé, *et vice versâ*. Le troisième trou reçoit le tuyau de communication de la première à la seconde futaille; la dernière futaille porte une cheminée de 9 à 10 pieds de hauteur, composée de tuyaux de terre cuite ou de bois.

Chacune de ces futailles est munie, à 2 pouces au-dessus du fond, d'une bonde saillante, percée d'un trou de 6 à 8 lignes, à travers lequel s'écoule l'acide, et qu'on bouche au moyen d'un fosset; on retire le goudron en ôtant la bonde; il coule d'autant plus facilement qu'il est plus rapproché du fourneau, parce que la chaleur entretient sa fluidité. On conçoit que toutes ces futailles doivent être posées sur des chantiers assez élevés pour pouvoir placer dessous des ba-

ches, dans lesquelles on recueille les produits (1).

L'auteur conseille de luter les tuyaux de terre avec un mélange de chaux et de sang de bœuf, qui est plus solide que la terre à potier; le lut pour les tuyaux de communication des futailles consiste simplement en un peu d'herbe ou de foin placé sur les côtés du fond postiche et recouvert de terre ou de sable, ce qui suffit pour empêcher que la vapeur ne s'échappe au dehors.

M. de la Chabeaussière observe, relativement aux fourneaux souterrains, qu'il faut les établir de préférence dans les bois et dans un sol assez élevé pour être à l'abri des inondations. Si les localités le permettent, on peut les creuser

(1) Au *Port-à-l'Anglais*, où on a formé un établissement analogue à celui de M. de la Chabeaussière, on a perfectionné ce système de communication entre les futailles, et au lieu de fonds mobiles et de tuyaux coudés, on s'est contenté de faire entrer un tuyau droit dans le haut de la première futaille au-dessous du fond ordinaire (cette première futaille en porte deux pour servir à deux fourneaux); un autre tuyau droit est placé à un pied au-dessus du fond inférieur et communique à la futaille voisine aussi percée vers le bas. Ainsi chaque futaille porte deux ouvertures, une vers le haut, l'autre vers le bas, et les vapeurs sont obligées de parcourir toutes les futailles. Cet appareil est meilleur, il gêne moins et est plus facile à exécuter que celui décrit ci-dessus.

Les futailles n'ont point de bonde inférieure; on y fait un trou de 2 pouces, et on y adapte un petit tuyau coudé en terre cuite, par lequel coulent l'acide et le goudron; à mesure qu'ils se produisent, ils tombent dans une goutière en bois qui est recouverte, et vont se rendre dans une bache, où on les puise à volonté pour les mettre dans les vases destinés à les recevoir. Ainsi deux ou trois baches suffisent, et les futailles ne s'engorgent pas de goudron; il y a aussi plus de propreté autour de l'appareil. (*Note de l'auteur.*)

en contre-bas de ce sol, ce qui offre beaucoup de facilité pour le service du chargement et du déchargement; la construction sera beaucoup plus promptement exécutée et présentera plus de solidité; elle exigera moins d'entretien, et l'on n'aura pas besoin d'avoir recours à des machines pour lever le chapeau en fer.

Il ajoute que le refroidissement n'est pas plus long dans ces fourneaux que dans ceux élevés au-dessus du sol, et que leur forme évasée, en contribuant à leur solidité, tend à répandre la chaleur vers la circonférence; car si elle reste trop long-temps concentrée au milieu de la masse, elle devient trop forte, ce qui produit une carbonisation inégale et imparfaite.

2°. *Fourneaux élevés au-dessus du sol.* Ce qu'on vient de dire des fourneaux souterrains est applicable, sous beaucoup de rapports, à ceux élevés au-dessus du sol; il y a cependant quelques différences que nous allons faire remarquer.

Il faut d'abord tracer sur le terrain deux cercles concentriques, l'un de 9 pieds de diamètre, l'autre de 17 pieds; l'espace de 8 pieds qui reste entre eux sert de base pour la muraille de gazon à construire. On élevera cette muraille par assises, en ayant soin de bien battre chaque couche de gazon et d'en bien lier les parties sur toute l'épaisseur. On l'élevera ainsi de 9 pieds, en donnant 6 pouces de talus à l'extérieur, et en évasant le fourneau de 6 pouces, de manière qu'il ait 10 pieds d'ouverture. La muraille aura sur le haut du fourneau 3 pieds d'épaisseur. Le bord intérieur du fourneau sera garni, sur toute la circonférence, d'une rangée de briques, posées à plat.

Il est à observer que moins la terre du gazon est argileuse, et mieux elle vaut pour cette construction. On aura soin d'arroser les couches de gazon à mesure qu'on les mettra les unes sur les autres, et de bien damer chaque couche.

A défaut de gazon, on peut faire usage d'un mélange de terre argileuse et de terre sablonneuse pétries avec du foin haché grossièrement, et qu'on jette dans des moules de bois pour en faire des espèces de briques carrées, de la dimension ordinaire des gazons; on les emploie avant leur entière dessiccation.

M. de la Chabeaussière s'est servi avec le même succès de pisé; mais pour qu'il se lie bien, il faut un moule circulaire de dimensions convenables, qu'on remonte après la confection d'une caissée, en procédant par assises.

Les évents de ces fourneaux de gazon, au nombre de huit, sont pratiqués à 6 pouces au-dessus du sol naturel, et au niveau du sol intérieur élevé par un remblai, et garnis de tuyaux de poterie ou de briques.

Le chapeau en fer est le même que pour les fourneaux souterrains; seulement il est muni de trois anneaux pour recevoir une triple chaîne, qui est attachée au bout d'une grue tournante et à bascule, et qui sert à le soulever et à le replacer; au moyen de cette même grue, on peut enlever les paniers pleins de charbon, en substituant une poulie à la triple chaîne, après avoir arrêté le levier de manière à l'empêcher de basculer.

Si les fourneaux sont isolés, on établira un échafaudage pour recevoir le couvercle; car, sans cette précaution, son poids ferait fléchir

la partie de la muraille sur laquelle il appuie. On peut éviter cette construction lorsque les fourneaux sont réunis par des remblais, ce qui contribue d'ailleurs à les rendre plus solides.

Les tuyaux de ces fourneaux sont les mêmes que ceux des fourneaux souterrains, avec cette différence, qu'ils vont en descendant jusqu'à la première caisse, qui n'a pas besoin d'être aussi grande, et continuent depuis cette caisse, toujours en descendant, jusqu'à la première futaille; on les établit sur des échafauds légers, mais solides.

Procédé de carbonisation du bois.

Avant de mettre le fourneau en activité, il faut le bien sécher, en y faisant un feu de broussailles ou de copeaux; cette opération étant terminée, on procède au chargement de la manière suivante.

On plante au centre de l'aire un poteau rond, de 4 pouces de diamètre et de la même hauteur que le fourneau; on le fait entrer légèrement dans le sol, et on le maintient droit en l'entourant au pied avec environ un demi-hectolitre de menu charbon.

On choisit parmi le bois à charbonner (1) les bûches les plus fortes, et on en forme entre les évents des rayons horizontaux, mais qui ne doivent cependant s'appuyer ni contre le poteau ni contre les parois du four : l'intervalle ménagé entre les rayons, qui est de 4 à 5 pouces au centre

(1) Quelle que soit l'essence du bois qu'on emploie, on obtient constamment du charbon de même qualité qui, à poids égal, produit toujours le même effet.

et de 16 à 18 vers la circonférence, forme autant de courans d'air partant des évents et aboutissant au centre du fourneau.

Sur ces rayons on pose transversalement une première couche de bois, qui s'appuie contre le poteau, mais dont les morceaux doivent être aussi rapprochés que possible. Cette couche en reçoit successivement d'autres jusqu'à ce que le fourneau soit entièrement chargé, avec la précaution de remplir les vides, sur-tout vers la circonférence; ce qui se fait en alternant la longueur des bûches, qui est de 36 à 42 pouces. On prend ordinairement, pour cet usage, des rondins de 3 à 6 pouces de circonférence. M. de la Chabeaussière observe que, dans son fourneau, qui contient environ 2 décastères plus ou moins, suivant qu'il est chargé, on peut carboniser des bois de toute grosseur et même des souches.

On peut empiler le bois de toute autre manière, quoique celle par couches horizontales soit préférable, comme la plus facile et la plus expéditive; mais, dans ce cas, le tassement sera plus considérable, parce que le retrait du bois est proportionnellement plus sensible sur son épaisseur que sur sa longueur; néanmoins le produit sera toujours le même.

Le fourneau étant chargé, on enlève le poteau du milieu, qui laisse un tuyau ou cheminée sur toute la hauteur de la masse; ensuite on place le couvercle, dont on ouvre les cinq soupiraux, et qu'on recouvre de 2 pouces de terre ou de sable sec, de débris, etc., pour qu'il y ait le moins de condensation possible des vapeurs dans l'intérieur du fourneau; on ouvre également tous les évents latéraux.

On a eu soin d'allumer de la braise à côté du fourneau; on la verse, tout incandescente et au moyen d'un grand entonnoir, par le trou central du chapeau, dans l'espèce de cheminée ménagée au milieu de la masse; elle tombe au fond du fourneau et embrase le menu charbon et le bois très-sec qui avaient été placés au pied du poteau au commencement de l'opération. Afin que la flamme se distribue vers les bords du fourneau, on bouche hermétiquement l'orifice central du chapeau, dont on lute le bouchon avec de la terre à potier humectée. On laisse agir pendant quelque temps l'embrasement; mais aussitôt qu'on aperçoit la flamme bleue prendre une couleur blanchâtre et former des nuages, on ferme légèrement les soupiraux du couvercle, et on diminue l'ouverture des évents, afin de laisser très-peu de passage à l'air. On dirige ensuite l'opération suivant la nature du développement des fumées, et on bouche entièrement les soupiraux.

Si l'abondance des vapeurs était telle qu'elles ne pussent être convenablement attirées par la cheminée extérieure, placée au bout du condensateur, il vaudrait mieux perdre un peu d'acide et laisser échapper quelques vapeurs par les soupiraux du chapeau, plutôt que de voir l'opération se ralentir et peut-être le feu s'éteindre. Cette surabondance de vapeurs se manifeste par leur refoulement dans les évents, d'où elles sortent (1). Pour obvier à la perte qui en résulte,

(1) Il n'est pas inutile d'observer que les vapeurs qui remplissent le vide laissé dans le fourneau par le tassement du bois, empêchent l'entière combustion du bois, qui aurait infailliblement lieu sans cette circonstance. (*Note de l'auteur.*)

l'auteur propose de pratiquer au haut du fourneau deux ouvertures au lieu d'une ; la seconde, qui est rarement dans le cas de servir, serait disposée de manière qu'elle pût se fermer à volonté et devra être munie de tuyaux conducteurs qui se rendent à un second condensateur. Cette construction complique, à la vérité, le système ; mais il y a souvent beaucoup à gagner de précipiter la carbonisation, pourvu qu'on ne l'accélère pas au point de changer la qualité des produits.

Quand on ne veut pas recueillir d'acide (1), on laisse échapper les vapeurs par les soupiraux.

L'opération doit durer de soixante à quatre-vingts heures pour obtenir que le charbon soit de bonne qualité.

L'outil-soude, dont il a été parlé plus haut, sert à connaître l'état de la carbonisation, soit en retirant des morceaux de bois carbonisé ou du charbon, soit pour s'assurer si le tassement est égal dans toutes les parties du fourneau : s'il ne l'est pas, on ouvre l'évent du côté où ce tassement est le moins considérable, et le soupirail opposé ; et bientôt l'équilibre se rétablit.

Lorsque l'opération sera terminée, on trouvera que le bois s'est affaissé d'environ moitié de sa hauteur, s'il a été empilé horizontalement, non que l'épaisseur de chaque morceau de bois diminue de moitié, mais parce que tous les vides se remplissent.

Quand on s'est assuré que la carbonisation est

(1) L'auteur se propose de décrire incessamment les opérations relatives au traitement des acides.

complète, soit par le sondage, soit par la nature et la couleur du peu de fumée qui peut encore se manifester, on donne *le coup de force;* c'est-à-dire qu'à l'exception de l'orifice central du chapeau, on ouvre toutes les autres ouvertures et les évents : alors il se produit un dégagement spontanée de gaz hydrogène, qui n'avait pu être évacué en totalité. Quelle que soit la cause de ce dégagement, il est reconnu que, faute d'avoir lieu, le charbon conserverait une teinte rougeâtre, qui pourrait nuire à la vente, tandis qu'il doit être d'un noir intense et très-pur.

On voit à travers les soupiraux la surface du tas de charbon devenir incandescente ; lorsqu'il est en cet état on procède à la suffocation, en bouchant hermétiquement et avec beaucoup de soin toutes les ouvertures. On enlève la terre qui était sur le couvercle, et on badigeonne ce couvercle au pinceau avec de la terre délayée dans l'eau. La meilleure manière de clore les soupiraux du couvercle, c'est, après y avoir introduit les bouchons de tôle, de les surmonter de manchons de tôle ou de terre cuite, d'un plus grand diamètre et d'une plus grande hauteur que les collets, et de les remplir de la terre qu'on enlève de dessus le chapeau.

La durée du refroidissement est d'environ soixante-douze à quatre-vingts heures, dans des fourneaux qui ne chôment jamais.

Dès que le fourneau est refroidi, on le découvre et l'on s'aperçoit que le charbon, sauf le retrait indispensable, a conservé la forme du bois, sans mélange de terre ni d'aucune impureté.

Pour le retirer, un ouvrier descend dans le

fourneau, à l'aide d'une échelle, et commence à mettre dans les paniers le charbon qui est à sa portée, le long d'une des parois; il continue de vider à la même place jusqu'à ce qu'il soit parvenu au fond, d'où il enlève à la main et sans le briser tout le charbon qui est devant lui : cette opération dure trois heures. Il ramasse ensuite avec une pelle de bois le peu de menu charbon et de poussier qui pourraient rester au fond. S'il trouve quelques fumerons, il les met à part dans un autre panier; mais il est rare qu'il y en ait.

Dans le cas où le refroidissement n'aurait pas été complet, l'ouvrier se sert de la main de fer dont il a été parlé plus haut; s'il était resté du feu dans le fourneau par suite de la clôture imparfaite des évents, il n'en faudrait pas moins le vider. Le charbon allumé ou mal éteint est porté sur une aire voisine, et il est étendu et remué avec des râteaux; ce qui suffit pour qu'il s'éteigne de lui-même sans avoir besoin d'employer de l'eau, qui le réduirait en poussière; cependant il est bon d'en avoir, pour y tremper un à un quelques morceaux où l'on apercevrait des taches blanches, ce qui indique qu'il y a du feu concentré.

On pourrait craindre que l'ouvrier qui descend dans le fourneau aussitôt qu'il est découvert, ne fût en danger d'être asphyxié : M. de la Chabeaussière assure que, pendant deux années d'opérations non interrompues, aucun accident de ce genre n'est arrivé.

Quand le fourneau est vidé on le recharge, et on s'occupe à en vider un autre.

L'auteur annonce que cinq ouvriers ont constamment suffi à charger et à décharger les huit

fourneaux dont se composait son établissement, à diriger le feu, recueillir les acides, nettoyer les récipiens, faire les réparations ordinaires, mesurer et ensacher le charbon, etc.

Le produit annuel de ces huit fourneaux a été, pour 500 décastères de bois de chêne mis en carbonisation, de 16,000 hectolitres de charbon ou 8,000 voies de Paris, pesant 80 livres l'une, ce qui fait environ 25 pour 100; en outre on a recueilli une certaine quantité de goudron et 1,000 pièces, de 30 veltes chacune, en acide pyroligneux, marquant 2 à 5 degrés à l'aréomètre. Cet acide, rectifié dans un établissement voisin, a produit, par pièce, 13 à 14 kilogrammes d'acide acétique, incolore, inodore, à 8 degrés de l'aréomètre de Baumé, et pouvant être étendu de six parties d'eau, pour fournir de très-bon vinaigre. Chaque pièce d'acide, après avoir été rectifié au point nécessaire pour l'emploi dans les arts, et dans lequel on a fait dissoudre de l'oxide de plomb, a produit 19 kilogrammes d'acétate de plomb très-blanc et bien cristallisé en aiguilles.

La dépense de construction de chaque fourneau est d'environ 450 francs, dont 400 francs pour le chapeau, et le surplus pour le fourneau. En cas de déplacement, il n'y aurait de perte réelle à faire que celle des fourneaux, dont l'entretien est presque nul, les ouvriers pouvant les réparer eux-mêmes au fur et mesure des dégradations. On ne fait point entrer dans cette évaluation la dépense de l'appareil de condensation pour les acides, qui, une fois construit, est facile à transporter sans de grands frais.

M. de la Chabeaussière assure que le pro-

cédé de carbonisation que nous venons de décrire et qu'il a pratiqué pendant long-temps avec succès, a, sur les méthodes ordinaires, les avantages suivans :

1°. On obtient le charbon en plus grande quantité et de meilleure qualité;

2°. L'opération est plus facile à conduire et à surveiller;

3°. Il y a économie de temps pour le chargement et le déchargement du fourneau;

4°. Le charbon est facile à recueillir, il n'est mêlé ni de terre ni d'aucune autre impureté, et les fumerons y sont très-rares;

5°. Les appareils sont simples, peu coûteux à établir, et exigent peu d'entretien;

6°. Enfin on a la faculté de recueillir les produits fournis par les vapeurs ou fumées, ou de les négliger pour ne faire que du charbon, qui sera toujours d'excellente qualité.

Explication des figures de la Pl. III.

Fig. 1re. Fourneau souterrain, représenté moitié en plan et moitié en élévation, à vue d'oiseau.

Fig. 2. Coupe du même fourneau sur deux rayons.

A, Moitié du plan au niveau du remblayage du fond; B, moitié de l'élévation à vue d'oiseau; C, demi-coupe sur la cheminée; D, demi-coupe sur les courans d'air; E, remblayage du fond en terre à potier; F, bas des courans d'air formés en brique; G, évents pratiqués dans le terrain pour former des courans d'air; H, caisse en briques et tuyau conducteur des fumées; I, entourage en brique, sur lequel doit poser le couvercle.

Fig. 3. Fourneau construit au-dessus du sol, représenté moitié en plan et moitié en élévation, à vue d'oiseau.

Fig. 4. Élévation, et fig. 5, coupe du même fourneau sur la cheminée et les courans d'air.

L, Moitié du plan de ce fourneau au niveau du remblayage du fond; M, moitié de l'élévation à vue d'oiseau; N, perche plantée en terre pour soutenir la partie de la caisse qui dépasse le fourneau : il en faut deux parallèles réunies par une traverse; O, échelle portative, munie à sa partie supérieure d'un rouleau destiné à recevoir la corde de triage des paniers à charbon, et en même temps à empêcher qu'en frottant contre les parois du fourneau, elle ne les dégrade : cette échelle est un peu inclinée sur le fourneau.

Fig. 6, 7 et 8. Chapeau ou couvercle en tôle ferrée; *a*, soupirail pour la mise en feu; *b, b*, soupiraux pour les premières fumées et pour régulariser le feu; *c*, manchon en tôle qu'on place autour du soupirail *a*, et que l'on garnit de terre pour qu'il ferme hermétiquement; *d*, autre manchon pareil pour les soupiraux *b*; *e*, couvercle à anse et à rebord du soupirail *a*; *f*, un des cônes ou bouchons en tôle qu'on introduit dans les soupiraux *b*; *g*, le même cône vu en dessus, avec la petite barre de fer qui le traverse et par où on le saisit.

Fig. 9. Main de fer emmanchée, vue de face et de côté; on l'emploie pour prendre le charbon dans le fourneau quand il est trop chaud pour être pris à la main, et le mettre dans les paniers; il faut en avoir au moins deux.

Fig. 10. Grue montée près du fourneau construit au-dessus du sol, pour soulever et déplacer le chapeau; elle tourne sur

pivot et peut servir à trois ou quatre fourneaux, suivant leur disposition (1). Dans ce cas, le chapeau est muni de trois anneaux, dans lesquels s'engagent autant de crochets attachés à trois chaînes de fer réunies à un fort anneau et que soutient le crochet *h*; *i*, longue pièce de bois formant bascule, dont le jeu se fait à l'aide du moulinet *k*; *l*, forte et longue vis en fer pour consolider le poteau; elle répond à un écrou placé dans la pièce de devant, où il est incrusté; *m*, on a figuré ici la manière de fonder la grue; sa base est montée sur une croix en planches larges et épaisses, pour s'opposer au renfoncement des terres et maintenir l'aplomb de la grue : si le terrain était mouvant, il faudrait planter des pilotis sous la portion de croix qui regarde le fourneau; *n*, panier en forme de bourriche, servant à décharger les fourneaux.

Dans le cas où, comme dans le dessin, la grue sert à enlever le charbon, au moyen du panier *n*, on arrête par une barre le moulinet *k*, de manière que la bascule *i* ne puisse agir, et on place au crochet *h* une poulie qui reçoit une corde qu'un ouvrier tire d'en bas, et qui passe sur le rouleau de l'échelle O, fig. 4. Cette poulie n'est pas figurée sur le dessin.

Fig. 11. Outil pour extraire du charbon du fourneau; il sert aussi à s'assurer de combien le bois s'est affaissé, et s'il l'est uniformément.

(1) Si au lieu d'être placé au milieu de la pièce basculante, l'axe était plus éloigné du pied-droit de la grue que du centre du fourneau, il y aurait plus de facilité et moins de force à employer pour lever le couvercle. (*Note de l'auteur.*)

Sur l'exploitation des makis de la Corse pour en fabriquer de la potasse.

(Extrait d'un Rapport adressé à M. Becquey, conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.)

Par M. GUEYMARD,

Ingénieur au Corps royal des Mines.

On pourrait fabriquer en Corse une grande quantité de potasse si l'on tirait parti des *makis* et des bois qui la couvrent, et des fougères qu'elle produit en abondance. Ce genre d'industrie serait susceptible de prendre un très-grand développement. Son introduction dans l'île serait une des plus belles améliorations que l'on pût procurer à ce pays.

Les *makis* sont des bois de 7 à 8 pieds de hauteur, peuplés des arbustes suivans : l'arbousier (*arbusus unedo*), le ciste de Montpellier (*cistus monspeliensis*), le lenstique (*listaccia leustisceus*), le myrte (*myrtus communis*). Ils occupent les trois quarts de la surface de l'île. Ils se renouvellent assez vite, et l'on pourrait les couper tous les cinq à six ans. J'ai trouvé par expérience que les cendres qu'ils fourniraient donneraient 0,175 de salin.

La Corse possède aussi des forêts de haute futaie de toutes essences; mais ces forêts, quand

elles ne peuvent pas être exploitées pour le service de la marine, sont de peu de valeur : aussi les arbres tombent-ils presque par-tout de vétusté, et s'opposent par là à la croissance des jeunes plants. Dans les forêts exploitées pour la marine, tous les débris et toutes les pièces de rebut sont perdus et nuisent à la végétation. Tous ces bois inutiles pourraient être employés avec avantage, comme les makis, à la fabrication de la potasse. Enfin la fougère croît par-tout dans l'île, même dans les makis, et elle a souvent jusqu'à huit pieds de hauteur ; elle se plaît principalement sous les châtaigniers. On a l'habitude de la faucher lors de la récolte des châtaignes, mais on la laisse sur place. On devrait la brûler et en recueillir les cendres, que l'on sait être fort riches en alcali.

En comparant les bois de la Corse à ceux de quelques communes d'autres départemens dont les produits en salin et en potasse me sont connus, j'ai trouvé que la Corse pourrait fournir annuellement au moins 30,000 quintaux de potasse ayant une valeur de 1,500,000 francs, et que la fabrication pourrait être plus considérable encore, si les besoins du continent l'exigeaient. Ainsi rien n'empêche la France de s'affranchir du tribut qu'elle paie pour cet objet à l'Amérique et à la Russie.

L'art de fabriquer la potasse est fort simple et bien connu ; mais je crois devoir en donner une description détaillée, pour mettre tous les habitans en état de le pratiquer : ils y trouveront une source d'aisance non-seulement en préparant une substance dont le débit est assuré, mais

encore en employant les résidus de lixiviation des cendres pour amender leurs terres : on sait que ces résidus sont au nombre des engrais les plus puissans.

On commence par couper les makis, les fougères, etc., dans les temps prescrits ; lorsque ces végétaux sont secs, on les brûle dans de petites fosses creusées en terre.

On enlève les cendres, on les transporte dans un magasin, et l'on a soin de les tenir dans un lieu humide, et même de les humecter légèrement, à l'effet de développer l'alcali et d'obtenir un produit plus considérable.

Voici comment on doit conduire un atelier composé de deux chaudières, et qui fournirait 125 livres de salin par jour.

Les chaudières sont en fonte ; leur diamètre est de deux pieds, leur hauteur de 13 à 14 pouces, et leur poids de 160 livres environ : il faut les placer sur deux petits fourneaux dans le voisinage de l'eau de lixiviation. Comme l'opération du chauffage ne coûte rien, puisqu'elle produit des cendres, on peut, à la rigueur, se contenter de fourneaux bâtis en pierres sèches et sans grille.

Quatre cuviers de la contenance de 250 à 300 bouteilles sont placés vis-à-vis ces chaudières. On y met des broches en bois au niveau du fond pour l'écoulement des eaux ; mais pour que celles-ci soient limpides et passent promptement, on place un second fond, séparé du premier par deux liteaux d'un pouce d'épaisseur ; on garnit le pourtour d'un peu de paille ou de foin, et on remplit le cuvier de cendres que l'on a soin de

presser un peu ; on creuse à la surface une petite cavité, dans laquelle on verse l'eau.

Les choses étant en cet état, on remplit la chaudière d'eau de lavage provenant d'une opération précédente ; quand cette eau commence à bouillir, on la verse sur deux cuviers par portions et à mesure qu'elle s'imbibe dans les cendres : au bout de deux heures environ, l'eau arrive au fond des cuviers. On la reçoit dans de petits baquets placés au-dessous ; elle marque 18 à 30 degrés selon sa richesse : on remplit alors les deux cuviers d'eau bouillante. On vide une chaudière pour y placer l'eau des baquets afin de les évaporer, puis on lave les deux autres cuviers avec l'eau de la seconde chaudière : lorsque cette opération est terminée, on met l'eau alcaline dans les deux chaudières, à mesure que les quatre cuviers en fournissent.

On continue la lixiviation avec des eaux froides, en ayant soin de tenir toujours les cendres mouillées ; lorsque les eaux qui s'écoulent des cuviers ne marquent plus que 6 degrés, on les conserve pour la lixiviation du lendemain, et on les désigne sous le nom d'*eaux de lavage* ou *rinçons*. Les cendres sont considérées comme épuisées lorsqu'elles ne fournissent plus que des eaux à un quart de degré. On enlève alors les résidus, et on les remplace par des cendres neuves.

Pendant ces opérations, l'eau des chaudières s'évapore, et quand elle n'occupe plus que le volume des deux tiers d'une chaudière, on la verse dans une seule, et l'on met dans l'autre des eaux de lavage, qui doivent servir à la lixiviation,

Dès que la matière contenue dans la chaudière des bonnes eaux s'épaissit, on la brasse avec une racloire tranchante en acier. Lorsqu'elle a acquis la consistance du mortier à bâtir, on la retire avec une poche en fer, on la place sur des moules en bois ou en tôle, et quand elle est refroidie, on l'emballe dans des tonneaux.

Cette substance porte le nom de salin : elle est noirâtre. Comme elle attire promptement l'humidité de l'air, il faut tenir les tonneaux bien fermés.

Un homme et un enfant conduisent un atelier composé de deux chaudières et de quatre cuviers. Deux hommes suffiraient pour conduire un atelier qui contiendrait quatre chaudières et huit cuviers.

Pour transformer le salin en potasse on se sert d'un petit four à réverbère ayant quatre pieds de largeur sur cinq de longueur, y compris la chauffe ; on y met le feu, et on y place 170 livres de salin que l'on brasse continuellement avec des spadelles en fer ; lorsqu'il est parfaitement blanc on le retire et on recharge le fourneau. On passe ordinairement 11 à 12 quintaux de salin au four à réverbère en vingt-quatre heures. Lorsque la potasse est bien cuite, pour en obtenir 100 parties il faut 117 parties de salin.

Un pareil établissement serait à la portée de tout le monde ; car l'achat des deux chaudières et des quatre cuviers, et la construction des fours à réverbère, ne coûteraient pas plus de 200 francs (1).

(1) Voyez, à ce sujet, l'extrait d'une instruction sur la com-

Il serait à désirer que le Gouvernement envoyât dans l'île un ouvrier habile qui pût apprendre aux habitans tous les détails de pratique que je n'ai pu consigner dans cet article. Je m'empresse d'annoncer qu'alors le général Casalta, de Cervione, et les frères Travera, riches négocians de Sartène, se décideraient à faire les premiers essais, et à monter ensuite de grandes fabriques.

lustion des végétaux, la fabrication du salin, de la cendre gravelée, et sur la manière de saturer les eaux salpêtrées; par MM. Vauquelin et Trusson. (*Annales de Chimie*, t. XIX, p. 194.)

HISTOIRE NATURELLE

DES

TRILOBITES ET DES CRUSTACÉS FOSSILES;

PAR MM. BRONGNIART ET DESMAREST (1).

(EXTRAIT.)

L'étude des corps organisés fossiles ne peut promettre des résultats véritablement utiles à la géologie, que si, en suivant l'exemple qui a été donné par MM. Cuvier et Brongniart, on s'attache pour ainsi dire minutieusement à deux points pendant long-temps négligés, la détermination précise des espèces, et la distinction exacte des couches de la terre dans lesquelles chaque espèce est renfermée.

C'est sous ce double point de vue que MM. Brongniart et Desmarest ont considéré, l'un les Trilobites, et l'autre les Crustacés fossiles proprement dits, dans l'ouvrage qu'ils viennent de publier en commun.

(1) Histoire naturelle des Crustacés fossiles sous les rapports zoologiques et géologiques, savoir : les Trilobites, par Alex. Brongniart, membre de l'Académie royale des sciences, etc., et les Crustacés proprement dits, par Anselme-Gaëtan Desmarest, membre titulaire de l'Académie royale de médecine, etc. Un volume in-4° de 154 pages, avec 11 planches. 1822. A Paris, chez Levrault, libraire, rue des Fossés M. le Prince, n°. 31, et à Strasbourg, rue des Juifs, n°. 33.

PREMIÈRE PARTIE.

DES TRILOBITES.

Depuis plus d'un siècle, on avait remarqué un singulier fossile qui se présente dans quelques couches calcaires des environs de Dudley en Angleterre. D'autres pétrifications analogues, provenant de Suède, avaient été postérieurement désignées par Linnœus, à cause de leur singularité même, sous le nom d'*Entomolithus paradoxus*, et on avait ensuite étendu ce nom soit au fossile de Dudley, soit à d'autres fossiles d'Angleterre, de France, de Russie, etc., qui diffèrent sous plusieurs rapports essentiels de ceux que Linnœus a connus et décrits. Cependant le rapprochement de ces différens fossiles en une seule famille était ordonné par des caractères communs très-remarquables, et dont l'un, qui les distingue essentiellement de tous les animaux connus, est leur division longitudinale en trois parties ou lobes, par deux sillons profonds et parallèlles à l'axe du corps, singularité qui a fait donner à ces animuax le nom de *Trilobites*. L'examen à la fois zoologique et géologique des Trilobites a fait le sujet d'un mémoire que M. Brongniart a lu à l'Académie des Sciences en 1815, et ce travail, qui a reçu depuis lors beaucoup d'additions et de développemens, forme la première partie de l'ouvrage publié aujourd'hui. Le but de l'auteur est 1°. de faire voir qu'il y a eu un assez grand nombre d'animaux confondus sous le nom d'*Entomolithus paradoxus* ou de *Trilobites*, de distinguer et de décrire aussi nettement qu'il est possible les espèces qui composent cette famille;

2°. de chercher à quelle classe, à quel ordre même du règne animal on peut rapporter ces êtres singuliers; 3°. de montrer que plusieurs de ces espèces sont propres à des terrains dont la formation appartient à des époques différentes. Ces trois points de vue divisent en trois articles le travail de M. Brongniart.

Dans l'article premier, l'auteur classe tous les Trilobites qu'il a eu occasion d'examiner, et ceux dont d'autres naturalistes ont donné des figures et des descriptions assez exactes pour permettre de les regarder comme connus, en cinq genres distincts, sous les noms de *Calymène*, *Asaphe*, *Ogygie*, *Paradoxide*, et *Agnoste*. Nous croyons devoir renvoyer à l'ouvrage même pour connaître les caractères propres à chacun de ces genres, et ceux des espèces qui les composent. A l'appui de toutes ces descriptions, l'ouvrage renferme des figures lithographiées faites avec beaucoup de soin et d'exactitnde.

Nous ferons seulement remarquer que, dans toutes les espèces des deux premiers genres, on observe, sur les côtés de la partie antérieure de l'animal, deux tubercules saillans, à structure réticulaire, qui présentent une grande analogie avec les yeux saillans et réticulés de quelques crustacés, et que par cette raison on regarde comme les yeux des Trilobites; que dans le genre Ogygie, ces protubérances oculiformes sont peu saillantes et non réticulées, et que dans les deux genres suivans, on ne voit plus rien qui rappelle les organes de la vue.

Parmi les quatre espèces dont se compose le genre *Calymène*, on remarque le fossile de Dudley, auquel M. Blumenbach a appliqué le nom

d'*Entomolithus paradoxus*, donné par Linnœus à d'autres Trilobites, ainsi que le fossile de la Hunaudière près de Nantes, que M. de Tristan a fait connaître en 1808, dans le tome XXIII du *Journal des Mines*, et qu'on a retrouvé depuis dans le Cotentin.

Le genre *Asaphe* renferme cinq espèces parmi lesquelles la plus caractérisée, décrite par M. Wahlenberg sous le nom d'*Entomostracitus expansus*, et par M. de Schlottheim sous celui de *Trilobites cornigerus*, provient de Russie. Les autres espèces ont été trouvées en Angleterre, en Allemagne, en Norwège et en Suède.

Les empreintes célèbres des ardoises des environs d'Angers, signalées par Guettard en 1757, sont rangées par M. Brongniart en deux espèces, dont il compose le genre *Ogygie*.

Le genre *Paradoxide* comprend les fossiles décrits par Linnœus sous le nom d'*Entomolithus paradoxus*. Il paraît que ce genre renferme un assez grand nombre d'espèces : M. Brongniart en décrit cinq, qui proviennent de différentes parties de la Suède. Il place à la suite, comme de genres incertains, trois autres espèces de *Trilobites* indiquées par MM. de Schlottheim et Wahlenberg, mais qui n'offrent pas de caractères suffisans pour les déterminer et les classer.

Enfin l'auteur décrit sous le nom d'*Agnoste* un fossile singulier, de la grosseur d'un pois au plus, qui a le corps divisé en trois lobes, comme les genres précédens, mais qui du reste s'éloigne par tous ses caractères des autres Trilobites et de tous les êtres connus. Il provient de Suède, et se trouve dans diverses localités en si grande quantité dans les mêmes couches, que le calcaire qui les renferme en prend l'apparence d'une oolithe.

L'examen des rapports des Trilobites avec les animaux connus fait l'objet de l'article second: cette considération, dit M. Brongniart, est particulièrement du domaine de la zoologie ; mais elle a des liaisons si intimes avec la géologie, qu'on doit y avoir égard toutes les fois que cela est possible. L'auteur rapporte et discute les opinions très-variées émises à ce sujet par les naturalistes. Cette discussion et l'étude approfondie qu'il a faite lui-même des Trilobites le conduisent à cette conclusion, que si ces fossiles, dans l'état où on les a trouvés jusqu'à présent, offrent quelques caractères d'analogie avec certains animaux, c'est avec les crustacés de l'ordre des Gymnobranches de M. de Lamarck (C. isopodes et branchiopodes de MM. Cuvier et Latreille), mais qu'ils diffèrent cependant de tous les genres de cette division par des caractères assez prononcés pour qu'on ne puisse les rapporter ni à aucun de ces genres, ni même à aucune des sections de l'ordre. On devra donc, ajoute-t-il, faire de ces crustacés une section à part, sous le nom de *Trilobites*, et cette section sera composée, dès à présent, de cinq genres ou sous-genres, et de plus de plus de vingt espèces assez bien déterminées.

L'article troisième traite du gisement des Trilobites, objet principal du travail de M. Brongniart. En parcourant la série générale des terrains, à partir de ceux qui sont regardés comme les plus anciens, l'auteur indique les Ogygies, qui se présentent dans les ardoises d'Angers avec d'autres empreintes qui semblent se rap-

porter à un Calymène, comme étant peut-être les seuls fossiles qu'on ait encore rencontrés dans les schistes ardoises d'ancienne formation (1). Les psammites schistoïdes micacés et les phyllades pailletés, qui constituent la formation connue sous le nom de grauwacke et schiste, renferment la même espèce de Calymène que ci-dessus, au Hartz comme en France, à la Hunaudière près de Nantes, et dans le Cotentin. Ici ce fossile se présente au milieu des roches schistoïdes qui paraissent alterner avec les granites (2).

En Norwége, la cornéenne-trapp et le psammite schistoïde, qui alternent souvent avec les roches les plus cristallines, renferment près d'Eger une espèce d'Asaphe. Dans le calcaire intermédiaire du même pays, qu'on a reconnu souvent inférieur à des roches granitiques, on observe l'Agnoste en grande quantité.

M. Wahlenberg a reconnu en Suède que les Trilobites aveugles se rencontraient dans les plus anciens terrains de transition, principalement dans un schiste alumineux mêlé de calcaire fétide, où on ne les trouve réunis qu'avec une seule autre pétrification, une fort petite Ammonite, et que les Trilobites pourvus d'yeux se

(1) Nous ferons observer que les schistes-ardoises des environs de Goslar, au Hartz, qu'on a long-temps regardés comme primitifs, et qui appartiennent bien aux plus anciens terrains schisteux intermédiaires, renferment quelques fossiles différents des Trilobites, mais qui n'ont pas encore été déterminés.

(2) Il en est probablement de même pour le Calymène du Hartz. Voir à ce sujet, et sur les rapports qui peuvent exister entre les terrains du Hartz et ceux du Cotentin, la deuxième notice sur le Hartz, pages 47 à 55 de ce volume.

présentaient dans le calcaire et le schiste intermédiaire supérieurs aux terrains précédens, associés avec des Orthocératites et des Echinites. La partie occidentale de l'Europe présente une distribution des Trilobites à-peu-près analogue, puisque les Ogygies, où les yeux sont à peine indiqués, se trouvent dans les schistes intermédiaires les plus anciens; tandis que les Calymènes et les Asaphes, qui sont munis d'yeux caractérisés et saillans, se montrent dans des terrains de psammites et de calcaires de transition qui sont regardés comme supérieurs au terrain de schiste-ardoise.

C'est en effet dans la grauwacke et dans le calcaire qui alterne avec elle que l'on observe les Asaphes du pays de Galles: ils y sont accompagnés d'Évomphales, d'Orthocératites, de Madrépores et de Térébratules d'une espèce particulière. C'est dans des terrains semblables, mais qui sont situés immédiatement au-dessous du terrain houiller, que gisent les Asaphes et les Calymènes de Dudley et d'Abberley en Worcestershire. A ce sujet, M. Brongniart rapporte et discute l'opinion émise par M. Buckland, sur la comparaison de ces terrains avec les terrains de schistes-ardoises d'Angers: il pense que ceux-ci doivent être considérés comme plus anciens que les premiers.

Dans les autres parties de l'Europe, le gisement des Trilobites est déterminé d'une manière moins précise. Au mont *Calvarius* près de Prague, c'est dans un calcaire semblable aux calcaires intermédiaires que l'on a trouvé une espèce d'Asaphe. A Reval près de Memel, M. de Schlottheim a indiqué la même espèce aussi dans

un calcaire de transition ; mais à Koschelewa près de Saint-Pétersbourg, une espèce qui paraît analogue, quoique beaucoup plus grosse, se présente dans un calcaire jaunâtre, compacte, fin ou un peu sublamellaire, mais rempli de grains verts absolument semblables à ceux de la *craie chloritée* (glauconie crayeuse de M. Brongniart), et paraissant en conséquence indiquer un terrain beaucoup moins ancien.

M. de Schlottheim indique encore plusieurs Trilobites qui semblent très-différens de tous les autres, et que M. Brongniart n'a pas pu caractériser d'une manière exacte, dans le schiste marno-bitumineux de Hesse et de Thuringe, dans le terrain désigné par les géologues allemands sous le nom de calcaire coquiller (*muschel kalsktein*) d'Oberwieserstadt, ou dans le calcaire caverneux (*hœhlen kalkstein*), qui appartient probablement au calcaire jurassique, de Glücksbrunn.

Plusieurs échantillons de roches provenant de différentes localités des États-Unis renferment aussi des Trilobites, et quoiqu'on manque de renseignemens géognostiques précis sur les terrains dont ces roches proviennent, on peut cependant reconnaître : 1°. que ces diverses localités sont situées sur une bande ou zone parallèle à la direction générale des terrains anciens de cette vaste contrée, et placées entre les hautes chaînes et les pays de plaines, par conséquent dans la position générale des formations intermédiaires ; 2°. que plusieurs de ces roches à Trilobites appartiennent en effet évidemment à des terrains de transition ; 3°. enfin que l'analogie qu'elles présentent avec les roches à Trilobites de l'Europe va jusqu'à ce point, que les espèces voisines des Asaphes et des Calymènes se trouvent dans des roches calcaires, tandis que celles qui paraissent appartenir au genre Ogygie se présentent dans des schistes argileux non calcaires.

Un autre gisement, en apparence plus singulier, a été indiqué pour les Trilobites. On en a signalé beaucoup, et Knorr en a figuré plusieurs, comme provenant de la grande zone de terrains sableux qui s'étend en largeur depuis la mer Baltique jusqu'aux montagnes de la Saxe et de la Silésie. Ainsi on en a recueilli dans beaucoup de localités du duché de Mecklenbourg, de la marche de Brandebourg, et jusqu'en Esthonie, contrées dans lesquelles on sait qu'il ne se présente aucune roche en place, mais où une immense quantité de blocs de rochers sont épars au milieu des sables. La nature de la plupart de ces rochers, semblable à celle de beaucoup de roches des terrains situés au nord de la mer Baltique, a fait penser depuis long-temps qu'une des anciennes révolutions du globe avait arraché ces blocs des montagnes de la Scandinavie, et les avait amenés dans leur position actuelle au milieu d'un vaste atterrissement. Les roches calcaires sont aujourd'hui beaucoup moins abondantes parmi ces débris que les roches cristallines, sans doute parce qu'elles ont été enlevées les premières pour faire de la chaux, dans une contrée privée de pierres, et c'est sans doute aussi en brisant les blocs dans ce but qu'on y aura trouvé les Trilobites figurés par Knorr. Les roches qui renferment ces Trilobites sont désignées comme des calcaires fétides, noirs ou gris jaunâtres ; les Trilobites y sont accompagnés d'Orthocératites : ainsi ces roches montrent en général

les caractères des calcaires de transition. Malgré l'incorrection des figures de Knorr, M. Brongniart croit reconnaître en effet aux Trilobites que son ouvrage représente une assez grande analogie avec les espèces qui appartiennent, en d'autres pays, à des terrains de transition bien caractérisés.

En résumant toutes les indications données dans le cours de son mémoire relativement aux principales espèces de Trilobites connues, et les rapportant chacune aux terrains qui les renferment, M. Brongniart présente un tableau qui fait connaître :

1°. Que les terrains de transition schistoïdes, qui sont regardés généralement comme les plus anciens, renferment en Suède, en France et dans les États-Unis d'Amérique, neuf espèces bien déterminées de Trilobites, dont cinq espèces de Paradoxides, deux espèces d'Ogygies, une espèce d'Asaphe, et deux espèces de Calymènes.

2°. Que les terrains de transition calcaires, formés d'une roche calcaire noirâtre sublamellaire, renferment, en Suède, en Bohême et dans le pays de Galles, l'Agnoste et deux espèces d'Asaphes différentes de celle des terrains schistoïdes. (Il convient de rappeler ici que le calcaire qui contient l'Agnoste paraît appartenir à la plus ancienne formation des terrains intermédiaires.)

3°. Que des terrains qu'on peut rapporter avec quelque doute aux formations de transition, et qui sont formés d'un calcaire grisâtre compacte fin avec Térébratules, renferment, en Angleterre (Dudley) et en Amérique, un Asaphe et un Calymène différens des espèces précédentes.

4°. Enfin qu'un calcaire grisâtre, compacte, mêlé de grains verts, qui doit être rapporté aux terrains secondaires anciens (désignés par M. Brongniart sous le nom de *terrains de sédimens inférieurs*), renferment près de Saint-Pétersbourg une espèce d'Asaphe différente de toutes celles des autres terrains.

M. Brongniart ajoute qu'il paraît qu'on ne rencontre plus de fossiles de l'ordre des Trilobites au-dessus de cette dernière formation calcaire, qui est encore bien antérieure à la craie. Il fait observer que, dans cet ordre d'animaux auxquels on ne connaît rien d'analogue dans la nature vivante, plusieurs genres et espèces sont enfouis dans les couches les plus profondes de la terre, qu'ils s'y présentent presque seuls, et semblent ainsi avoir été les premiers habitans des premières eaux marines qui aient laissé dans nos couches des traces de vie; que l'ordre dont ces animaux singuliers se rapprochent le plus est celui des Crustacés Gymnobranches, et que quand les animaux connus de ce dernier ordre commencent à paraître dans des terrains moins anciens, les Trilobites ont déjà disparu, sinon en totalité, au moins en très-grande partie; qu'ainsi ces observations donnent une nouvelle confirmation de la loi remarquable de la nature, annoncée pour la première fois par M. Cuvier, *que les animaux fossiles diffèrent d'autant plus des êtres qui vivent actuellement, qu'ils sont enveloppés dans des couches plus anciennes du globe.*

Comparant, à ce sujet, les différentes surfaces que le globe a dû avoir successivement, et qu'indiquent ses divers groupes de couches, aux

différens climats qui partagent sa surface actuelle, M. Brongniart fait observer que chaque climat a ses productions propres; qu'il n'est peut-être pas une production animale de la zone torride qui se trouve exactement la même dans les zones tempérées, en prenant le milieu de chaque zone, et que les observations nouvelles ont prouvé que la prétendue ressemblance qu'on avait cru trouver entre certains animaux de régions très-éloignées, résultait ordinairement du peu d'attention qu'on avait mis à en observer les différences légères mais remarquables par leur constance. Il pense qu'il en est probablement de même des productions organiques enfouies dans les diverses couches du globe, si ce n'est que les différences sont bien plus sensibles dans le sens vertical que dans le sens horizontal. Quand on aura, dit-il, pu déterminer d'une manière exacte en quoi se distinguent les espèces qui paraissent les plus semblables entre elles, on pourra peut-être parvenir à dire avec certitude à laquelle des anciennes surfaces de la terre la roche qui les renferme aura appartenu. Ainsi la détermination précise des espèces, étude si sèche en apparence, pourra servir un jour à la solution d'une des plus hautes questions de l'histoire du globe.

DEUXIÈME PARTIE.

DES CRUSTACÉS FOSSILES.

Avant d'exposer l'objet particulier de son travail, M. Desmarest signale les services que l'étude des corps organisés fossiles a déjà rendus à

la géologie, et fait pressentir ceux qu'elle peut lui rendre encore, si l'on multiplie les déterminations précises des espèces que renferment les diverses couches, et si l'on cherche ainsi à compléter *le système de la nature antédiluvienne*, dont les premières bases ont été posées par quelques-uns de nos plus célèbres naturalistes. Il rappelle particulièrement les beaux travaux de M. Cuvier sur les ossemens fossiles des quadrupèdes, des oiseaux et des reptiles, ceux de M. de Blainville sur les poissons fossiles, ceux de M. de Lamarck sur les coquilles de Grignon et de Courtagnon, ceux de M. Brongniart sur les coquilles des terrains d'eau douce; mais il fait remarquer que certains groupes d'animaux fossiles n'ont encore fixé l'attention d'aucun naturaliste de nos jours, et que dans ce nombre est celui des Crustacés, qui présente des restes nombreux, mais en général mal conservés ou mutilés, et dont la plupart n'ont été indiqués et figurés par les auteurs qui en ont fait mention, que d'une manière très-vague et sans aucune précision. Il est résulté de ces deux circonstances une assez grande difficulté dans l'exécution du travail qui a eu pour but de déterminer exactement, décrire et classer tous les Crustacés fossiles connus. Dans presque tous les échantillons que l'auteur a pu étudier, comme dans toutes les figures qu'il a pu consulter, les antennes et les pattes sont brisées ou détachées du corps; la face inférieure de l'animal, où se trouvent les parties extérieures de la bouche et presque toutes les articulations, est entièrement engagée dans la pierre, et l'on n'aperçoit qu'une partie de la surface supérieure du corps ou de la *carapace*. Il a donc fallu renoncer à-peu-près

entièrement aux caractères qui, dans cet ordre d'animaux, fournissent aux zoologistes les bases de leurs déterminations, et s'en tenir aux données que pouvait procurer l'observation du test brut ou de la *carapace*, laquelle n'a fourni jusqu'à présent, pour les descriptions des espèces vivantes, que des caractères très-secondaires. Les diverses aspérités de ce test étaient même souvent le seul caractère dont on pût espérer quelques renseignemens; mais en examinant avec soin les carapaces d'un grand nombre de Crabes, M. Desmarest a reconnu que le hasard ne présidait point à la distribution de leurs parties saillantes, quelque bizarres ou irrégulières que fussent les formes qu'elles semblent affecter; mais qu'il existe des rapports marqués et constans entre la place et la forme de ces inégalités extérieures et celles des principaux organes intérieurs de l'animal, lesquels, placés immédiatement au-dessous du test, sont parfaitement distincts, et ont des fonctions bien reconnues. On est d'autant plus fondé à admettre ces rapports, qu'on doit penser que la peau tendre dont les Crustacés se trouvent revêtus tous les ans à une certaine époque, se moule jusqu'à un certain point sur les organes intérieurs avant de se durcir. En partant de cette idée, l'auteur a fait, en quelque sorte, sur une carapace de Crustacé l'application du système de M. le docteur Gall sur le crâne: il a étudié anatomiquement avec soin les Crustacés de tous les ordres, de tous les genres; dans tous il a reconnu les rapports que présentent la distribution et la forme des viscères les plus importans avec la distribution et la forme des rugosités de la carapace, et il est parvenu à

trouver dans la carapace seule des caractères certains pour déterminer les ordres et les genres.

C'est en s'appuyant principalement sur ces données, et en s'aidant quelquefois d'autres caractères plus ou moins reconnaissables sur les échantillons les mieux conservés, que M. Desmarest est parvenu à déterminer trente-quatre espèces de Crustacés fossiles, dont trente-trois se rapportent à des genres aujourd'hui existans: une de ces espèces au contraire diffère assez de toutes les autres, pour être considérée comme appartenant à un genre distinct que l'auteur décrit sous le nom d'*Eryon*. Il est à remarquer que cette espèce se présente dans le calcaire argileux de Pappenheim, qui dépend de la formation du calcaire du Jura, et qui est le plus ancien de tous les terrains où l'on ait rencontré jusqu'à présent des crustacés fossiles.

Les espèces décrites par M. Desmarest sont classées par lui ainsi qu'il suit, conformément à la nomenclature adoptée par MM. Cuvier et Latreille dans l'ouvrage intitulé *Le règne animal distribué d'après son organisation*.

PREMIER ORDRE. *Crustacés décapodes*. — Deux espèces appartenant au genre *Portune*, une espèce du genre *Podophtalme*, cinq espèces du genre *Crabe*, une espèce du genre *Grapse*, cinq espèces du genre *Gonoplace*, une espèce du genre *Gélasyme*, une espèce du *Gécarcin*, une espèce du genre *Atélécycle*, une espèce du genre *Leucosie*, une espèce du genre *Inachus*, une espèce du genre *Dorippe*, une espèce du genre *Ranine*, une espèce du genre *Palinure*, deux espèces du genre *Langouste*, une espèce

du genre *Palémon*, une espèce du genre *Eryon*, une espèce du genre *Scyllare*.

Les deuxième et troisième ordres, ou les *Crustacés stomapodes et amphibodes*, n'ont point offert à l'auteur d'espèces fossiles ; dans le quatrième ordre, ou celui des *Crustacés isopodes*, il place avec doute deux espèces dans le genre *Sphérome ;* enfin le cinquième ordre, ou celui des *Crustacés branchiopodes*, ne lui a présenté qu'une seule espèce du genre *Limule*, et une espèce du genre *Cypris*.

Toutes ces espèces sont décrites dans l'ouvrage de M. Desmarest avec beaucoup d'exactitude et de détails, et très-bien représentées sur les planches qui sont jointes à l'ouvrage.

Ce que l'on sait sur le gisement de ces divers Crustacés est encore très-incomplet, parce que rarement les échantillons anciennement recueillis ont été accompagnés d'indications exactes à ce sujet. Il paraît résulter cependant du travail de M. Desmarest : 1°. que les terrains de transition ne renferment pas de Crustacés proprement dits; 2°. que ces fossiles ne commencent à paraître dans les terrains secondaires, qu'à l'époque géognostique où les Trilobites ont presque entièrement disparu ; 3°. que ceux qui paraissent ainsi les premiers sont plus altérés, plus brisés, plus méconnaissables que ceux des formations postérieures, et qu'ils s'éloignent davantage par leur forme des espèces qui vivent aujourd'hui. Nous avons déjà remarqué en effet que les couches marneuses d'un calcaire analogue à celui du Jura étaient le plus ancien terrain où l'on eût reconnu des débris de Crustacés, et que parmi ces débris se trouvaient les seuls dont M. Desmarest ait pu

déterminer avec précision un genre différent de ceux dont les espèces existent encore. Nous ajouterons que dans le même terrain se présente une espèce de *Limule*, c'est-à-dire d'un genre étranger aux rivages européens, et appartenant à la famille la plus voisine de celle des Trilobites. Dans les argiles bleues inférieures à la craie, nommées par les Anglais *blue lias*, et dans la formation crayeuse, on trouve, avec les ossemens de Crocodiles déjà connus dans ces terrains, des débris un peu moins rares de Crustacés ; 4°. que c'est seulement dans les terrains tertiaires (terrains de sédiment supérieurs de M. Brongniart) que commencent à paraître les genres et les espèces aussi bien conservés qu'ils puissent l'être, d'abord dans l'argile plastique, puis à travers le calcaire grossier jusque dans les couches de marnes marines immédiatement inférieures au gypse, en présentant toujours des types de plus en plus semblables aux genres et aux espèces vivantes. Ainsi les terrains calcaréo-trappéens du Vicentin, que M. Brongniart regarde comme de formation contemporaine à celle du calcaire grossier parisien, offrent des Crustacés fort voisins de ceux qui vivent sur nos côtes. 5°. Ici s'arrêtent les débris d'animaux généralement compris dans la classe des Crustacés ; mais si on y réunit, avec MM. Latreille et Cuvier, les petits animaux désignés sous les noms d'Asellotes et d'Entomostracés, et qui sembleut, à cette extrémité de la ligne, presque aussi éloignés du type de la classe que le sont les Trilobites à l'autre extrémité, on trouve, dans les marnes de Montmartre supérieures au gypse, deux espèces très-voisines du genre *Sphérôme*, et daus le second calcaire d'eau

douce de la vallée de l'Allier une espèce dont le test, en deux parties, ressemble à une petite coquille bivalve, et qui paraît devoir être rapportée au genre *Cypris*.

Ainsi, comme le fait observer M. Desmarest, la série géologique des débris de crustacés commence où finit celles des trilobites, et elle s'étend jusqu'aux dépôts les plus récens; cependant l'auteur n'adopte pas l'opinion émise par quelques voyageurs, que les Crabes fossiles de l'Archipel indien appartiennent à des espèces qui vivent actuellement et qui s'empâtent dans l'argile, comme le font quelques petits poissons des côtes de l'Europe. M. Desmarest fait observer que ces Crustacés fossiles des Indes sont encroûtés dans un calcaire marneux grisâtre assez dur, qui n'est pas susceptible de faire pâte avec l'eau, et que d'ailleurs les espèces vivantes qu'on dit être les leurs sont encore tout-à-fait inconnues. Ce sont donc très-probablement de véritables fossiles appartenant, ainsi que tous les autres, à une époque antérieure à l'époque géologique actuelle.

NOTICE

SUR

LA MAGNÉSITE DU BASSIN DE PARIS,

ET

SUR LE GISEMENT DE CETTE ROCHE DANS DIVERS LIEUX (1);

PAR M. ALEX. BRONGNIART,

Membre de l'Académie royale des Sciences, ingénieur en chef au Corps royal des Mines, etc.

ON peut envisager, sous différents points de vue, la disposition des roches et des minéraux qui entrent dans la composition de l'écorce de la terre, et examiner ainsi successivement les diverses sortes de rapports que ces corps ont entre eux.

Tantôt on prend un terrain composé de plusieurs espèces de roches, et dont l'époque de formation est bien déterminée dans un lieu, et on le suit dans d'autres parties du globle, pour voir s'il y conserve la même position et pour étudier les modifications minéralogiques qu'il éprouve : ce point de vue est principalement géologique et secondairement minéralogique.

(1) Lue à l'Académie royale des Sciences, le 1er. avril 1822.

Tantôt on étudie une roche simple ou mélangée, d'une nature déterminée, et la suivant dans les différens lieux et dans les différens terrains où elle se présente, on examine à quelles époques elle s'est déposée à la surface du globe, quelles sont les roches et les minéraux qui s'y sont associés, et quelles particularités elle montre dans chacune de ces époques. Ce point de vue est principalement minéralogique et secondairement géologique; il est aussi fécond que le premier en résultats généraux, et par conséquent aussi propre que lui à faire découvrir plusieurs des lois qui ont présidé à la structure de la terre et à la formation des minéraux qui entrent dans sa composition.

C'est sous ce dernier point de vue que je vais envisager le minéral que j'ai désigné sous le nom de *magnésite*.

Il faut d'abord que j'explique clairement ce que j'entends par ce nom.

Les noms significatifs, lors même qu'ils peuvent être concis et exacts, ce qui est fort rare, n'ont qu'un seul avantage, mais il est séduisant: c'est celui d'indiquer ce que l'on regarde, *pour le moment*, comme la nature essentielle du minéral auquel on les applique. On ne peut, pour cela même, les donner qu'à des minéraux dont la composition est connue ou au moins généralement admise; on doit ensuite les modifier, les changer même entièrement, suivant les connaissances nouvelles que les progrès de la science nous font acquérir sur la nature des corps. Mais lors même qu'on ne serait pas arrêté par ces graves inconvéniens, comment exprimer par des noms les différentes espèces qui ne résultent

que de la diversité des proportions de deux ou trois corps, et quelquefois même que de la manière dont ces corps sont unis?

§ I. *Des minéraux désignés sous le nom de* Magnésite.

Les minéraux parmi lesquels se trouve la substance dont il va être question dans cette notice, offrent une application des plus remarquables des principes que je viens de rappeler.

Tantôt ce sont des minéraux en masses non cristallisées, mais parfaitement homogènes, ayant des caractères extérieurs communs, ayant pour base ou matière fondamentale une grande quantité de magnésie, unie dans diverses proportions avec de la silice, de l'eau et de l'acide carbonique; tous les trois, combinés avec la magnésie, soit un à un, soit deux à deux, sans qu'on ait encore pu poser entre ces composés des limites propres à établir des espèces minéralogiques, réelles, et fondées sur les principes rigoureux de la distinction des espèces.

Tantôt ce sont des minéraux cristallisés, qui ont des formes connues, calculées, bien distinctes, et qui offrent par conséquent des moyens suffisans pour établir entre elles des distinctions spécifiques réelles. Mais ces minéraux ont une composition fondamentale à-peu-près la même, et leurs différences, lorsqu'il y en a de réelles, ne peuvent être exprimées par aucune dénomination.

Ainsi une espèce offre la combinaison de la magnésie et de l'eau, elle est nommée *magnésie hydratée*; comme elle est seule, on lui a laissé ce nom.

Deux espèces sont données comme le résultat de la combinaison de la magnésie et de la silice, et devraient être nommées *magnésie silicatée*, c'est la *condrodite* et la *stéatite*. Le talc appartenait aussi *autrefois* à ce groupe d'espèces.

D'autres espèces semblent composées essentiellement de magnésie, de silice et d'eau, et devraient porter le nom de *magnésie hydro-silicatée*, c'est la *serpentine* et quelques-uns des minéraux auxquels j'applique particulièrement le nom de *magnésite*.

D'autres enfin paraissent, comme on le verra dans la suite de cette notice, composées essentiellement de magnésie, de silice, d'acide carbonique et d'eau, et devraient porter le nom significatif de *magnésie silicatée hydro-carbonatée*. Ce sont encore des minéraux que je laisse provisoirement sous le nom de *magnésite*. Outre la longueur excessive et presque ridicule du premier nom; outre qu'il s'applique également à des minéraux qui sont assez différens pour former un jour des espèces particulières, il ne dit peut-être pas assez, peut-être aussi dit-il trop : car ces quatre corps peuvent être combinés de diverses manières et dans diverses proportions : ce que ne dit pas ce nom. De ces quatre corps, peut-être un (l'eau), peut-être deux (l'eau et la silice), n'appartiennent pas essentiellement à l'espèce; et alors le nom dit trop.

Il me semble que cet aperçu des raisons qui doivent nous faire rejeter les noms significatifs, qui nous forceront peut-être de les exclure tous de la minéralogie, suffit pour faire apprécier les motifs qui m'ont porté à réunir sous le nom

de *magnésite* (1) des minéraux qui n'offrent aucune différence minéralogique extérieure essentielle, et dont les rapports dans les principes constituans ne sont pas encore nettement déterminés; tandis que ces corps ont au contraire des rapports remarquables dans tous leurs caractères extérieurs et dans leur gisement.

Les minéraux auxquels je donne le nom de *magnésite*, sont les suivans, que je distingue en deux séries principales, qui pourront être séparées un jour en deux espèces lorsqu'on aura reconnu des caractères essentiels suffisans pour établir cette distinction.

1. La *magnésite plastique*, composée de magnésie, de silice et d'eau sans acide carbonique.

J'y comprends la magnésite, qu'on nomme si improprement *écume de mer*, celle des environs de Madrid, celle des environs de Paris, celle de Salinelle, département du Gard, etc.

La serpentine se rapporterait presque à cette espèce par sa composition; mais elle s'en distingue par ses caractères minéralogiques.

2. La *magnésite effervescente*, composée essentiellement de magnésie et d'acide carbonique, associée quelquefois avec des proportions très-variables de silice et d'eau.

On peut y rapporter la magnésite de Hroubschitz en Moravie; celles de Piémont, de l'île d'Elbe, de Baugarten en Silésie, de Styrie, etc.

L'analyse de ces différentes magnésites, faite par M. Berthier, suivra cette notice.

---

(1) J'ai déjà présenté ailleurs l'exposé de ces motifs. *Traité élém. de min.*, t. I, p. 489. — *Nouv. Bull. des Sc.*, par la Soc. phil., t. II, 1810, p. 97.

Maintenant que j'ai fait connaître autant qu'il m'a paru nécessaire, les minéraux que je désigne sous ce nom, je dois décrire le gisement de la magnésite des terrains de Paris, et offrir la réunion de quelques faits et de quelques observations propres à compléter l'histoire géognostique de ces minéraux, objet principal de cette notice.

§ II. *Magnésite parisienne.*

J'ai reconnu la présence de la magnésite en lits assez étendus près de Coulommiers, à 12 lieues à l'est de Paris, et ensuite tout près de cette dernière ville : c'est cette variété et les circonstances de son gisement que je vais décrire avec quelques détails, parce que j'emploierai ensuite cet exemple comme type de comparaison du même minéral, trouvé dans d'autres gîtes et dans d'autres lieux (1).

Ses caractères minéralogiques.

La magnésite de Coulommiers, dans ses échantillons les plus purs, car elle est souvent mélangée, possède les caractères suivans :

Ses masses sont tendres, douces au toucher sans être onctueuses; mais sa poussière est assez dure.

Elle se pénètre d'eau facilement, et gonfle beaucoup, devient faiblement translucide et

(1) C'est à M. Mérimée, peintre, secrétaire de l'École royale des Beaux-Arts, non moins versé dans les sciences et leurs applications aux arts, qu'habile professeur de dessin, que je dois la connaissance de ce gîte abondant de magnésite. Il fut frappé de l'onctuosité savonneuse qu'une pierre qu'il trouva près de Coulommiers, acquérait par l'eau, et me l'ayant apportée, il me mit ainsi sur la voie de découvrir cette espèce minérale dans le terrain de Paris.

forme une pâte courte, molle, semblable à de la gelée.

Elle ne fait aucune effervescence avec les acides.

Exposée à l'action du feu de porcelaine (environ 140°. de Wedgwood), elle durcit, s'exfolie un peu, mais n'éprouve aucune autre altération; elle ne montre pas le moindre indice de fusion, ni dans ses parties les plus minces, ni à sa surface; mais elle devient âpre au toucher et assez dure pour user l'acier.

M. Berthier, a fait l'analyse de cette magnésite, choisie dans les masses les plus pures, et y a reçonnu les principes suivans :

Magnésie	24
Silice	54
Eau	20
Alumine	01,4
	99,4

La magnésite de Coulommiers se présente en masses, qui, par leur structure schistoïde et leur peu d'épaisseur, indiquent qu'elles faisaient partie de lits minces (1).

Sa couleur est le blanchâtre, plus ordinairement le gris pâle; elle a souvent une nuance rosâtre plus ou moins sensible, mais elle la perd au feu ainsi que sa couleur grisâtre.

(1) Je décris les minéraux en commençant par les caractères essentiels les plus généraux et descendant peu-à-peu jusqu'aux caractères particuliers à la localité; je suppose toujours la description faite sur des échantillons isolés et hors de leurs gîtes naturels, leur manière d'être dans la nature offrant un ordre de considérations tout-à-fait différent, qui complète l'histoire naturelle d'un minéral, mais qui n'est pas nécessaire à la connaissance de l'espèce et de ses variétés.

Elle est associée avec du silex corné, brunâtre et roussâtre, à cassure très-écailleuse; elle lui est intimement liée, pénètre dans toutes ses cavités et jusque dans sa masse ; elle est aussi très-fréquemment associée avec du calcaire marneux : alors elle fait effervescence et devient en partie fusible.

Sa disposition géognostique.

Cette magnésite se présente en lits minces, interposés dans des couches de calcaire marneux et de marne calcaire, notamment près de Coulommiers, à droite de la route, en arrivant dans cette ville du côté de Paris, dans une petite colline dirigée du sud au nord, et qui ayant été coupée pour donner passage à un canal, fait voir la structure intérieure et la série des roches suivantes, en allant de haut en bas. (*Pl. IV, fig.* 1.)

1°. Un banc A composé de calcaire siliceux dont le milieu est de silex corné blanc et celluleux, et la masse de calcaire compacte rempli de petites coquilles difficilement déterminables, et de plus grosses coquilles, qui sont le *limneus longiscatus*, le *cyclostoma mumia*, *etc.*

2°. Ce banc repose sur un lit B d'épaisseur très-irrégulière, d'une terre grisâtre, fissile, semblable à de la marne argileuse, et qui a été reconnue pour être une magnésite impure (*m*), c'est-à-dire mêlée de marne calcaire.

3°. Vient ensuite un banc de marne calcaire tendre, friable, renfermant un autre petit lit de magnésite (*m*).

4°. Banc de marne calcaire sans silex, au-dessous duquel est un autre petit lit de magnésite brune, impure.

5°. Banc puissant de marne calcaire D blanche, subdivisé en plusieurs assises par des lits de marne de diverses consistances, et par un lit de silex corné zonaire (*d*) presque jaspoïde, sans coquilles ni magnésite.

6°. Un lit E de deux décimètres d'épaisseur environ, composé de silex corné brun en rognons irréguliers, mais principalement aplatis. Ce sont ces nodules qui sont enveloppés et même pénétrés de la magnésite parisienne d'une couleur gris rosâtre isabelle (*m*). Elle est quelquefois très-pure, ne fait aucune effervescence avec les acides et est absolument infusible au feu de porcelaine. Elle jouit quelquefois d'un peu de translucidité.

7°. Ces silex sont placés sur un lit F de marne calcaire dure en nodules presque arrondis, et renfermant des *cyclostoma mumia*.

8°. Au-dessous est un banc puissant G de marne calcaire blanche, friable, ou seulement fragmentaire, et ne renfermant ni silex ni coquilles.

L'épaisseur totale des bancs qui composent cette colline est de 9 mètres.

Comme cette succession de lits et de roches est isolée, comme on ne voit aucun terrain au-dessus d'elle et qu'on ne connaît pas celui sur lequel elle repose, on pouvait tout au plus soupçonner sa position par la comparaison de ces roches avec celles qui leur ressemblent dans le bassin de Paris; mais ce n'eût été qu'une présomption difficile à prouver sans la présence des débris organiques qui s'y trouvent : or, ce caractère si utile pour établir des analogies très-présumables entre des terrains fort éloignés les uns des autres, a toute sa valeur lorsqu'il s'agit

de déterminer la position d'un terrain par rapport aux autres dans un même bassin : il peut donc être employé ici avec toute sûreté, et les géologues qui admettent ces règles de détermination et qui viennent de voir citer le *cyclostoma mumia* et le *limneus longiscatus*, ont tout de suite reconnu la position du terrain qui renferme la magnésite près de Coulommiers. Ces coquilles ne sont point marines, une d'elles est évidemment lacustre, par conséquent le terrain de magnésite appartient à la formation d'eau douce, et les deux espèces de coquilles que je viens de citer, ne s'étant encore présentées que dans le terrain moyen d'eau douce, dans celui qui est situé entre les deux formations marines du bassin de Paris, c'est à ce terrain d'eau douce qu'il faut rapporter la magnésite de Coulommiers : ce terrain fait partie, comme nous l'avons montré ailleurs (1), de celui que nous avons nommé *calcaire siliceux*. Les marnes calcaires dures, les silex qui accompagnent la magnésite, rappellent les caractères siliceux et calcaires de ce dépôt et complètent toutes les analogies.

La magnésite s'étant manifestée d'une manière très-distincte, tant par sa pureté que par sa quantité dans le calcaire siliceux de Coulommiers, les règles de la géologie nous apprenaient que nous devions la trouver ailleurs, en la cherchant dans ce terrain : c'est en effet ce qui est arrivé. En allant vers Paris et à deux lieues environ de Coulommiers, on voit près de Crécy le même terrain avec les mêmes circonstances minéralogiques et géologiques, c'est-à-dire, le calcaire tellement compacte qu'il ressemble au calcaire compacte fin du Jura, le silex, les marnes argileuses, la magnésite, moins pure, et les mêmes coquilles d'eau douce.

(1) *Description géologique des environs de Paris*, 1822, pages 38 et 203.

Le peu de distance des deux endroits rendait ces ressemblances très-présumables ; mais en se transportant tout auprès de Paris à Saint-Ouen, sur le bord de la Seine et au pied de Montmartre, on retrouve la magnésite dans un terrain absolument semblable à celui de Coulommiers : le même calcaire, les mêmes silex, les mêmes coquilles s'y présentent ; la position du terrain inférieur au gypse y est bien déterminée. Seulement, la magnésite est ici moins apparente et moins pure; elle ne se présente presque plus qu'en indices : ces indices avaient été aperçus il y a long-temps; mais il en était de ce fait comme de tous ceux qui, n'étant pas assez importans pour frapper seuls l'attention, ont besoin pour être remarqués d'acquérir de l'importance par leur liaison avec d'autres faits. Ainsi M. Armet avait déjà indiqué la présence de la magnésie dans des marnes de Montmartre ; M. Bayen avait reconnu, il y a plus de trente ans, et m'avait fait voir que les silex résinite, qu'on appelle *menilite*, en renfermaient. Or, ces silex appartiennent précisément à la formation d'eau douce, inférieure au gypse; enfin il est probable qu'on retrouvera ce minéral soit en indice, soit même en petites masses, dans tous les terrains de calcaires siliceux de cette même formation, tels que ceux de Champigny, d'Orléans, de Septeuil, etc. Il ne s'agit que de chercher les nids dans lesquels il s'est amassé : je l'ai

déjà reconnu dans une marne argileuse grisâtre, qui accompagne un silex résinite des environs du Mans, par conséquent à plus de 40 lieues de Paris vers l'ouest, et de 50 lieues du premier endroit où je l'ai signalé.

§ III. *Circonstances géologiques de la magnésite de divers lieux, comparées avec celles de la magnésite parisienne.*

Nous allons retrouver cette roche encore bien plus loin dans un bassin séparé du nôtre non-seulement par une distance de plus de 120 lieues, mais par des chaînes de montagnes dont la structure et la nature sont tout-à-fait étrangères à celles qui entourent notre bassin : or, ce qu'il y a de remarquable, c'est que nous allons y retrouver la magnésite avec toutes les circonstances qui l'accompagnent dans la partie du bassin de Paris, où elle est la plus pure.

De Salinelle. C'est à Salinelle près Sommières, dans le département du Gard, entre Alais et Montpellier, qu'on a reconnu la magnésite depuis long-temps; mais les circonstances de son gisement ne sont bien déterminées que depuis quelques années, par la description que M. Marcel de Serre en a publiée (1).

C'est donc uniquement sur l'analogie remarquable de ce gisement avec celui de Coulommiers, que je désire appeler l'attention des naturalistes.

La magnésite de Salinelle est schistoïde comme celle de Coulommiers, elle a la même couleur

(1) Sur les terrains d'eau douce. (*J. de Ph.*, décembre 1815.)

tirant sur le gris nuancé de rosâtre, la même ténacité; elle se délaie dans l'eau de la même manière; elle est composée des mêmes principes, c'est-à-dire de magnésie 20 au lieu de 24, de silice 51 au lieu de 54, d'eau 22 au lieu de 20. On avouera qu'il est difficile de rencontrer plus de ressemblance entre des minéraux non cristallisés, qui se trouvent à plus de 100 lieues l'un de l'autre, et que si l'espèce minéralogique ne peut être ici déterminée par la forme, elle l'est suffisamment par la composition : les analogies tirées des minéraux qui lui sont associés, et son gisement, se maintiennent dans le même rapport; elle est mêlée de silex corné en nodules qui ressemblent à notre menilite; elle est accompagnée et sur-tout recouverte de calcaire marneux qui renferme des coquilles d'eau douce : par conséquent, elle appartient, comme celle du bassin de Paris, à un terrain d'eau douce calcaréo-siliceux.

Mais la magnésite, c'est-à-dire cette pierre composée essentiellement de magnésie, de silice et d'eau, se trouve dans bien d'autres lieux dispersés sur la surface de l'Europe, et placés par conséquent à de grandes distances les uns des autres. Tantôt on en connaît le gisement, et alors on sait qu'il est très-différent de celui que je viens de décrire; tantôt on l'ignore ou du moins on ne peut que le présumer : mais dans tous ces lieux et dans tous ces gisemens nous allons voir la magnésite se présenter accompagnée des mêmes caractères minéralogiques et *des mêmes circonstances géologiques*; considération qu'il ne faut pas confondre avec le gisement.

Des environs de Madrid.

La magnésite de Vallecas près Madrid était déjà connue, par ce que j'ai dit en 1807, dans mon *Traité de minéralogie* (t. 2, p. 492), sur sa nature et ses propriétés, d'après les renseignemens pris sur les échantillons que je tenais de MM. Sureda, Dumeril et Mieg, et sur son gisement d'après ce que m'indiquaient ces mêmes échantillons et le peu que nous en a appris M. Link, qui l'a prise pour une sorte d'argile ; erreur bien excusable alors. Mais dernièrement, en 1821, M. de Rivero l'a étudiée sur les lieux mêmes, avec les moyens que ses connaissances étendues en minéralogie, en géologie et en chimie lui donnaient, et m'a remis une coupe idéale de ce terrain, que je donne *pl. IV, fig.* 2., et une description détaillée que je vais transcrire presque littéralement.

« Le village de Vallecas est à 2 lieues au sud » de Madrid ; il se trouve plus bas que cette der- » nière ville ; aux environs du village, à 20 mi- » nutes de chemin sud-est, on trouve une petite » montagne isolée qu'on appelle *colline de Val-* » *lecas :* avant d'arriver au sommet de cette col- » line, on rencontre de petits monticules et » des excavations qui proviennent de l'extrac- » tion de la magnésite ; on peut faire le tour » de cette colline en 20 minutes. En observant » la localité, on conçoit l'idée d'un bassin gyp- » seux sur lequel reposerait le terrain magné- » sien.

» Si on examine la constitution de la colline, » on observe, en commençant par la partie infé- » rieure (*pl. IV, fig.* 2) n°. 9, du gypse avec de » l'argile, qui appartient à la formation salifère » de Villarubia : ce gypse s'étend depuis les

» murs de Madrid, jusqu'à la jonction de la » rivière Javama avec le Manzanarès, on » voit ce gypse très-distinctement près l'ermitage » de Notre-Dame de la Torré, à 150 mètres à » l'ouest de la colline de Vallecas et près du » canal de Madrid ; vient après une couche » d'argile rougeâtre (n°. 8) avec du silex pyro- » maque en rognons. Quoiqu'on n'ait pas observé » la magnésite dans cet endroit immédiatement » sur l'argile, cependant M. de Rivero croit » qu'elle y repose, parce qu'en montant un peu » vers la colline, on trouve de suite la magné- » site ; d'autre part les rognons de silex pyro- » maque sont les mêmes que ceux de la mag- » nésite. La magnésite (n°. 7 *m*) se trouve en » couches très-puissantes, avec des silex dissé- » minés, qui sont recouverts de magnésite : » ces couches sont fendillées, et dans les fentes » on trouve de l'asbeste papyriforme, sur le- » quel on observe des cristaux de chaux car- » bonatée ; on en voit aussi sur la magnésite. » Ce même dépôt reparaît tout près de Ma- » drid, on peut l'observer à la sortie de la bar- » rière, par le *Portello ;* le silex s'y montre de » même disséminé : M. de Rivero l'a rencontré » aussi sur les bords de la rivière de Manzana- » rès, en face de la maison de campagne du » roi ; enfin on l'a également trouvé à Cabanas, » qui est à 9 lieues nord de Madrid : l'auteur, » n'ayant pas visité ce dernier endroit, n'a pas » pu décrire sa situation. Sur cette magnésite, » on observe à Vallecas une couche mince d'ar- » gile verdâtre (n°. 6) contenant très-peu de » magnésite ; après vient un silex résinite rou- » geâtre (n°. 5) en couches, d'une épaisseur

» variable, très-fragile, présentant dans quelques endroits de sa surface une croûte d'oxide de manganèse : ce silex est exploité pour des pierres à fusils. Au-dessus de ce silex fragile, on trouve (n°. 4) de la magnésite très-tendre et presque terreuse.

» Les différentes couches que M. Rivero vient d'indiquer, se montrent dans la colline de Vallecas. Le sommet de cette colline forme un plateau, sur lequel on rencontre beaucoup de silex pyromaque et résinite, avec des cristaux de chaux carbonatée; on observe de plus des cristaux de quarz pseudo-morphique, qu'on a pris pour des cristaux d'opale.

» On n'a jamais rencontré de coquilles dans ce terrain. Les couches, qui sont indiquées dans la coupe idéale, *fig.* 2, sous les nos. 1, 2 et 3, se montrent sur les bords du Manzanarès, en sortant par la porte qui conduit à l'Escurial. L'auteur a dit plus haut qu'il avait rencontré la magnésite sur les bords de la rivière, et si on monte, ce qui est nécessaire quand on veut aller à la ville, on trouve des couches d'argiles verdâtres et rougeâtres (n°. 3), qui sont exploitées pour faire des briques, et sur ces argiles un terrain d'alluvion (n°. 2), qui est composé de sable à petits grains, et enfin au-dessus et à la surface du sol la terre végétale (n°. 1). »

Ainsi la magnésite de Vallecas et de Cabanas, près Madrid, a la même ténacité, la même dureté, la même légèreté, la même nuance rosâtre superficielle, que celles de Coulommiers et de Salinelle. Elle est également composée de 23 parties de magnésie, de 33 de silice et de 20 d'eau;

ressemblance parfaite et qui confirme ce que j'ai dit plus haut sur la spécification de ce minéral : elle est accompagnée, comme la nôtre, de silex corné, qui se fond aussi dans sa masse, de silex résinite, de silex calcédoniceux, de quarz hyalin pyramidé, et de calcaire spathique semblables en tout à ceux de notre terrain de calcaire siliceux. Elle ne présente, il est vrai, aucun débris de corps organisés; mais on sait combien ces débris sont rares dans le calcaire siliceux du bassin de Paris, dont notre magnésite fait partie; enfin si elle paraît en différer par sa position sur un terrain de gypse salifère beaucoup plus ancien que notre gypse et que notre calcaire grossier, elle n'est recouverte par aucun terrain qui paraisse plus ancien que ceux-ci, et comme ceux-ci elle est en couches horizontales.

Du Piémont.

Si de l'Espagne nous nous transportons en Italie, au pied des Alpes du Piémont, nous trouvons à peu de distance de Turin les collines ophiolitiques de la Castellamonte et de Baldissero, traversées dans tous les sens de veines de magnésite tenace et cependant plastique, légère, avec cette nuance rosée superficielle que nous venons de signaler dans les magnésites précédentes. La composition principale, pour ainsi dire fondamentale et caractéristique, semble être encore la même, c'est-à-dire, de la magnésie, de la silice et de l'eau. Cependant il y a ici de l'acide carbonique, qui paraît indiquer une espèce chimique différente; mais les *circonstances* géologiques sont encore absolument les mêmes. Je les ai déjà indiquées dans mon mémoire sur le gisement des ophiolites, et j'en ai même donné une

coupe figurative (1). Je n'y reviendrai donc que pour faire ressortir les ressemblances de ces circonstances avec celles qui accompagnent les magnésites.

Le minéral n'est plus en couches horizontales ni en rognons interposés dans des couches, il est en veines nombreuses, s'anastomosant de toutes parts au milieu d'une masse d'ophiolite désagrégée : les silex cornés, résinites et jaspiques, présentant beaucoup de variétés de textures et de couleurs, sont constamment et intimement liés avec elle comme à Coulommiers et à Salinelle. Ils ont été formés au milieu même de la magnésite, ils n'y ont point été amenés ; leur surface mamelonnée, leur connexion intime avec cette pierre ne peuvent laisser aucun doute à ce sujet. Cette *circonstance d'association géologique* est donc d'une constance remarquable lors même que le gisement n'a plus le même caractère, et ici il est très-différent. Il me paraît assez bien établi, par ce que j'en ai dit dans le mémoire cité, que cette magnésite appartient à la formation des ophiolites des Apennins, par conséquent à des terrains anciens, voisins de l'époque de transition.

Divers lieux. Il y a d'autres exemples de magnésites, mais les circonstances de leur gisement sont moins bien connues ; cependant, et ce que l'on en sait, et leur composition, s'accordent encore très-bien avec ce que nous venons de dire des précédentes.

Ainsi la magnésite plastique de l'Asie mineure, connue sous le nom d'*écume de mer*, a tous les caractères extérieurs de celle du Piémont et

(1) *Annales des Mines*, t. VI, 1821, p. 206, pl. II, fig. 4.

même de celle de Coulommiers et une composition très-peu différente; elle offre, comme elle, la teinte rosée superficielle qui se présente aussi dans la magnésite de Houbricht en Moravie. Mais dans celle-ci, l'acide carbonique, qui y est en quantité notable, semble établir une différence minéralogique, dont l'importance n'est pas encore bien évaluée : la présence des silex en nodules se fondant dans la masse, rappelle une analogie dans les circonstances géologiques, qui paraît assez remarquable.

Conclusions.

Nous nous bornerons à ces exemples : ils suffisent pour prouver les rapports de formation que nous voulions établir entre la magnésite du bassin de Paris et celles que nous venons de citer. Dans tous, la magnésite, qu'elle soit ou non combinée avec de l'acide carbonique, renferme de l'eau et de la silice : cette dernière substance ne se trouve pas seulement en combinaison chimique avec la magnésie, elle s'y présente encore en masses isolées, et quelles que soient les différences minéralogiques que montrent ces variétés de l'espèce du quarz, non-seulement sa présence est tout ce qui nous importe pour établir les ressemblances géologiques que nous voulons faire remarquer ; mais on peut dire que ces variétés se suivent sans interruption, depuis les magnésites les plus nouvelles jusqu'aux plus anciennes, comme le fait voir le tableau suivant.

Magnésite parisienne....	Quarz hyalin. Silex corné. Silex résinite très-varié.
Magnésite de Salinelle...	Silex corné.
Magnésite de Madrid....	Quarz hyalin. Silex corné. Silex calcédoine. Silex résinite très-varié.
Magnésite de Moravie...	Silex calcédoine. Silex résinite blanc et vert.
Magnésite de Piémont...	Silex corné. Silex calcédoine. Silex résinite très-varié. Silex jaspique.

Avant que la géologie eût acquis en principes et en faits le degré de précision auquel elle est déjà parvenue, la présence de la magnésite aux environs de Paris n'eût eu d'autre résultat que d'ajouter une espèce minérale à la liste de celles que renferme notre territoire; mais ce fait a maintenant un tout autre intérêt: il nous a servi à lier ensemble des observations qui étaient pour ainsi dire isolées. Il nous apprend que des couches de magnésite se sont déposées à la surface du globe à des époques extrêmement éloignées l'une de l'autre, puisque les unes (celles du Piémont) appartiennent aux terrains de sédiment les plus anciens, et les autres (celles de Salinelle et de Coulommiers) aux terrains de sédiment les plus nouveaux; et cependant nous voyons ces dépôts accompagnés de circonstances géologiques à-peu-près les mêmes. Une constance si remarquable dans l'association de la silice et de la magnésie, deux corps qui n'ont entre eux aucune analogie chimique, est faite pour fixer l'attention des géologues, et pourra peut-être contribuer à nous indiquer l'origine de ces dépôts, comme les sources thermales d'Italie déposant le travertin nous ont indiqué celle du calcaire d'eau douce. C'est encore du sein de la terre que paraît être sorti le liquide qui a déposé ces roches; car nous trouvons dans certaines eaux thermales tous les principes de leur composition, ils y sont seulement moins abondans: la masse de l'eau est maintenant immense en comparaison des matières qu'elle tient en dissolution; mais ces matières y existent: elles se déposent, comme l'a observé M. Berthier aux eaux de Vichy, de Saint-Nectaire, etc. (1), non-seulement séparément, mais à-peu près dans le même ordre que les terrains magnésiens et calcaires. Les premiers dépôts, ceux qui sont le plus près de la source, nous dit cet habile chimiste, sont aussi les plus chargés de fer peroxidé et de silice; le calcaire encore ferrugineux vient ensuite, et il est d'autant plus pur, plus dégagé de ces deux substances, qu'il est plus éloigné du point d'où ces sources sortent de la terre; le carbonate de magnésie est celui qui se dépose en dernier.

Sans vouloir établir aucun rapprochement réel entre cette succession et celle de nos terrains; sans vouloir prétendre que ces terrains, dont certaines couches présentent trop nettement les caractères d'aggrégation mécanique pour avoir été formées par dissolution, aient été déposés par des éruptions des eaux minérales de l'ancien monde, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer qu'à partir de la craie, nous trouvons une suite de roches dont la nature et

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIX, p. 136.

la succession sont à peu-près la même que celles qui ont été observées par M. Berthier dans les dépôts des eaux minérales.

Ainsi, 1°. une nouvelle formation, c'est-à-dire une nouvelle émission de matière dissoute, semblerait commencer au-dessus de la craie, déposant d'abord la silice et le fer, représentés, l'une par les lits de sable et de grès, et l'autre par le minerai de fer qu'on trouve si abondamment dans les dépôts de lignites et d'argiles plastiques qui recouvrent la craie; 2°. le calcaire plus ou moins compacte, accompagné de fer et de silice dans les couches inférieures, et de silice dans les lits supérieurs; 3°. la magnésite également accompagnée de silice, qui se présente encore dans les assises inférieures de gypse; cette silice est en partie dissoluble dans les alcalis liquides, *comme celle des dépôts calcaires de certaines eaux minérales* (1); 4°. le gypse, la substance la plus dissoluble de celles que nous venons de nommer et qui a dû se déposer la dernière.

Nous ne prétendons tirer encore aucune conséquence de ces divers rapprochemens; mais il nous a paru utile de les *hasarder*, ne fût-ce que pour engager les chimistes et les géologues à les poursuivre; et ce sera seulement après en avoir constaté la réalité, l'exactitude et la constance, qu'on pourra songer à s'en servir pour prendre une idée de la manière dont les roches composées de magnésite, de silex et de calcaire, ont pu être amenées à la surface du globe et y former une des couches puissantes qui le composent.

(1) Voyez plus bas, page 317.

§ IV. *Sur la composition de la magnésite et de la magnésie carbonatée, par M.* P. Berthier, *ingénieur au Corps royal des Mines.*

La magnésite (vulg. *l'écume de mer*) se délaie dans l'eau comme les argiles; elle forme avec ce liquide une pâte visqueuse et peu liante, semblable à de la colle d'amidon; les acides forts l'attaquent facilement et elle fait gelée avec ces acides; elle contient une assez grande quantité d'eau de combinaison, qu'elle abandonne en entier à la chaleur rouge sans changer de forme et sans perdre de sa consistance. Elle est essentiellement composée de silicate de magnésie; mais ce silicate est presque toujours mêlé d'une proportion plus ou moins grande d'argile, c'est-à-dire de silicate d'alumine.

L'analyse en est facile à faire, on en calcine une portion et on dose l'eau par perte de poids; on en traite une autre portion par l'acide nitrique, mêlé d'un peu d'acide muriatique; on évapore la liqueur à siccité et on reprend par l'eau aiguisée d'acide. Le résidu est de la silice gélatineuse, qui peut être mélangée de quarz et d'argile non attaqués par les acides. Après l'avoir calciné, on le fait bouillir avec de la potasse liquide, qui dissout aisément toute la silice, puis on examine la portion non dissoute par les moyens ordinaires. Quant à la dissolution nitrique, on en précipite l'alumine et le fer par l'hydrosulfate de potasse et la magnésie par la potasse, ou bien l'on se contente de doser la magnésie par différence. C'est par ce procédé

que j'ai obtenu sur cinq variétés de magnésite les résultats indiqués dans le tableau suivant :

	De l'Asie-Mineure(1).	De Cabanas près Madrid.	De Coulommiers.	De Salinelle, Gard (2).	De Saint-Ouen, au pied de Montmartre.
Silice.....	0,500	0,538	0,540	0,510	0,510
Magnésie (3).	0,250	0,238	0,240	0,198	0,154
Eau.....	0,250	0,200	0,200	0,220	0,182
Alumine....	.....	0,012	0,014	0,044	0,170
Oxide de fer.	.....	.....			
Sable.....	.....	.....	.....	0,028	.....
	1,000	0,998	0,994	1,000	0,996

Il est évident que ces cinq variétés appartiennent à la même espèce et que cette espèce est essentiellement composée de silice, de magnésie et d'eau; mais il est très-difficile d'arriver d'une manière certaine à la connaissance des proportions relatives de ces principes, parce qu'on n'a

(1) C'est celle qui porte plus particulièrement le nom si impropre d'*écume de mer*.

(2) Dans la magnésie, se trouve compris un peu d'alumine et d'oxide de fer.

(3) M. Bérard est le premier qui ait fait connaître la nature de cette substance (*Annales de Chimie*, t. III, p. 410.)

aucun moyen de savoir quelle est la quantité de silice qui se trouve combinée avec l'alumine. En admettant que cette quantité équivaut à trois ou quatre fois le poids de l'alumine, on voit que si l'on supposait toute la magnésie combinée avec de la silice, elle ne pourrait former ni le silicate MS^2 composé de 0,606 de silice et de 0,394 de magnésie, ni le silicate MS^3 composé de 0,6977 de silice et de 0,3023 de magnésie. Elle donnerait plutôt le silicate M^2S^5 composé de 0,658 de silice et 0,342 de magnésie, et comme d'ailleurs l'eau contient évidemment deux fois autant d'oxigène que la magnésie, il en résulterait la combinaison $M^2S^5Aq^4$, dont les proportions sont :

Silice.....	0,515
Magnésie.....	0,268
Eau.....	0,217

Mais la formule $M^2S^5Aq^4$ n'offrant aucun des rapports qui ont été observés jusqu'ici dans les sels de magnésie, et indiquant d'ailleurs une quantité de silice un peu moindre que celles qui existent dans les minéraux analysés, on trouvera peut-être plus naturel d'admettre qu'une partie de la magnésie est combinée avec de l'eau, tandis que l'autre partie forme avec la silice le silicate MS^2Aq^2. Alors la formule qui représenterait le mieux la composition des quatre premières variétés serait $6MS^2Aq^2+MAq^6$: quant à la variété de Montmartre, elle contient plus de la moitié de son poids d'argile.

Le carbonate de magnésie se trouve, soit en combinaison, soit en mélange, dans un très-

grand nombre de pierres calcaires; mais il existe aussi dans d'autres associations. A Baldissero et à Castella-Monte, il est mêlé avec du silicate de magnésie et avec du quarz; à l'île d'Elbe, il est mêlé avec de la silice pure, qui est dans un état particulier. Quatre variétés de carbonate que j'ai analysées m'ont donné les résultats suivans :

	Baldissero.	Castella-Monte.	ISLE D'ELBE. Campo.	
Magnésie	0,440	0,255	0,350	0,230
Acide carbonique	0,418	0,105	0,374	0,360
Silice	0,094	0,435	0,266	0,206
Eau	0,048	0,120	0,010	0,045
Chaux	.....	.....	.....	0,140
Quarz	.....	0,085	.....	.....
	1,000	1,000	1,000	0,981
ou				
Carbonate de magnésie	0,810	0,203	0,724	0,480
Carbonate de chaux	.....	.....	.....	0,250
Silice	0,094	0,435	0,266	0,206
Magnésie	0,050	0,157	.....	.....

J'ai analysé ces minéraux de la même manière que les magnésites : pour doser l'eau, j'en ai distillé une portion jusqu'au rouge dans une petite cornue de verre, à laquelle j'avais adapté un tube mince posé d'avance ; j'ai forcé tout le liquide à passer dans ce tube en chauffant successivement le col de la cornue sur toute sa longueur à la flamme d'une lampe à esprit de vin. Pour doser l'acide carbonique, j'en ai calciné très-fortement une autre portion et j'ai retranché le poids de l'eau de la perte.

Dans le minéral de Baldissero, la portion de magnésie qui n'est pas combinée avec l'acide carbonique, se trouve, par rapport à la silice, dans la même proportion que dans la magnésite. Dans le minéral de Castella-Monte, la proportion de silice est beaucoup plus grande. Enfin dans les minéraux de l'île d'Elbe, la magnésie est entièrement saturée d'acide carbonique et la silice est libre ; cependant elle se dissout aussi facilement dans les alcalis liquides, que de la silice qui proviendrait de la décomposition d'un silicate par un acide. Je ne sache pas qu'on l'ait encore rencontrée dans cet état, si ce n'est dans les dépôts calcaires que forment certaines eaux minérales : cette circonstance me paraît remarquable. Lorsqu'on traite le carbonate de Campo par un acide fort et bouillant, la magnésie se dissout peu-à-peu avec effervescence, mais le morceau ne change pas de forme et ne perd pas toute sa cohésion : lorsqu'on le retire de la liqueur, il est demi transparent comme l'hydrophane, puis en se desséchant à l'air il devient opaque et d'un très-beau blanc. En le tenant

pendant quelque temps dans la potasse liquide bouillante, il se dissout sans laisser de résidu, et la dissolution fait gelée avec les acides.

Il résulte de ces expériences qu'il n'est pas toujours possible d'isoler, au moyen des dissolutions alcalines, la silice native et non combinée de la silice que l'on a séparée d'une combinaison par un acide.

MANUEL D'ORYCTOGNOSIE;

PAR CHARLES-CÉSAR DE LEONHARD,

Conseiller intime, et professeur à l'université de Heidelberg,

Avec sept pl. lithographiées. (*Heidelberg*, 1821.)

M. DE LÉONHARD, bien connu et par ses écrits et par la manière distinguée dont il professe la Minéralogie, vient de s'acquérir de nouveaux droits à l'estime des minéralogistes, par la publication de l'ouvrage que nous annonçons au public. Cet ouvrage, sous un titre modeste, réunit au mérite d'offrir l'ensemble le plus complet des élémens de la science qu'il a pour objet, celui, beaucoup plus rare, de renfermer l'indication et même le sommaire de tous les matériaux propres à en former un véritable traité. Dans le compte que nous allons rendre de cette production intéressante, nous en donnerons d'abord une courte analyse, afin que le lecteur puisse se former une idée suffisante de son plan et de son contenu; ensuite nous dirons notre opinion et sur son ensemble et sur quelques-uns de ses détails, choisis parmi les plus importans.

M. de Léonhard a divisé son ouvrage en deux parties : la *Propédeutique* (die Propädeutik) et

le *Système* (das System). La première embrasse tous les préliminaires, et la seconde est particulièrement consacrée à l'histoire naturelle des minéraux. Il a subdivisé la Propédeutique en doctrine des caractères (Kennzeichenlehre), nomenclature, description des minéraux, classification, connaissance des systèmes (Systemkunde), histoire et littérature de la Minéralogie. Nous allons parcourir ces différens articles, en donnant à leur analyse l'étendue qu'exigera leur importance respective.

Quant aux caractères, nous passerons en revue seulement ce qui regarde les formes cristallines et la structure, le reste de cet article n'étant point assez important pour devoir nous arrêter.

D'après M. de Léonhard, ou plutôt suivant l'opinion qu'il a adoptée de M. le docteur Hessel, toutes les formes cristallines doivent être rapportées au parallélipipède rectangulaire. Les variations possibles du rapport entre les trois dimensions de ce solide conduisant en général à trois genres de parallélipipèdes différens, le *cube*, le *prisme droit à base carrée* et le *prisme droit rectangulaire*, l'auteur donne de chacune de ces formes une description géométrique courte mais rigoureuse, à l'aide de laquelle on peut s'en former une idée nette et précise.

A cette occasion il était naturel de faire observer la circonstance importante de l'identité ou diversité des différentes parties qui terminent les prismes dont il s'agit, et c'est ce que l'auteur n'a pas manqué de faire avec le développement et la clarté convenables. De là il a été conduit à traiter de la loi de symétrie, de cette loi importante, découverte par M. Haüy, et dont l'association avec la simplicité des lois de la structure, établie également par ce savant illustre, constitue à-la-fois et la véritable base de la Cristallographie, et le seul fondement de la philosophie minéralogique.

Pour exposer la loi de symétrie, le savant professeur d'Heidelberg a dû la rapporter successivement à chacun de ses trois parallélipipèdes fondamentaux, et c'est encore ce qu'il a fait avec beaucoup de netteté et de précision. Toutefois, ne pouvant se refuser à l'évidence de l'observation, qui établit d'une manière tout aussi incontestable l'existence de la même loi par rapport aux formes les plus simples, dérivées des parallélipipèdes ci-dessus indiqués, tels que les octaèdres régulier, symétrique, rhomboïdal et rectangulaire; le *ditétraèdre rectangulaire*; les prismes droits rhomboïdal et hexaèdre régulier, et enfin les dodécaèdres rhomboïdal et bipyramidal: l'auteur a senti que, pour donner une idée plus juste de la loi en question, il était indispensable d'en indiquer, au moins en général, l'application à ces mêmes formes; d'un autre côté, en prenant encore l'observation pour guide, il avait justement adopté, pour mettre en tête des caractères spécifiques, les formes données par la division mécanique. Or, une partie de ces formes coïncidant avec celles qui viennent d'être nommées plus haut, c'était-là une nouvelle raison pour considérer la loi de symétrie également à l'égard de celles-ci, et de plus il fallait en donner les déterminations générales respectives.

C'est pour satisfaire à ce double but que

M. de Léonhard a décrit particulièrement chacune des formes ci-dessus indiquées, à mesure qu'elle se présentait. Il énumère et caractérise géométriquement ses différentes parties (faces, bords et angles); il indique l'identité ou diversité de ces parties, ainsi que les termes par lui inventés pour les désigner; enfin il donne la manière de la déterminer et de l'exprimer en général.

Nous n'avons pas besoin de dire comment les formes dont il s'agit dérivent des parallélipipèdes fondamentaux respectifs. Il nous suffira de faire observer, relativement au prisme hexaèdre régulier et au dodécaèdre bipyramidal, que, pour les déduire du prisme droit rectangulaire, l'auteur a supposé les dimensions horizontales de celui-ci dans le rapport de $2 : \sqrt{3}$. Quant à son ditétraèdre rectangulaire, il le fait dériver aussi du prisme rectangulaire, en combinant la troncature de ses bords horizontaux identiques d'une seule sorte avec celle de ses bords verticaux.

Après avoir traité de la loi de symétrie, le savant minéralogiste d'Heidelberg passe à l'exposition détaillée des anomalies qu'elle présente, et il les rapporte aussi à ses trois parallélipipèdes fondamentaux.

Les formes qu'il a considérées comme anomales à l'égard soit du cube, soit du prisme à base carrée, sont généralement admises comme telles, à l'exception seulement du tétraèdre régulier, qui dérive selon lui du cube, au moyen de la troncature simple de ses angles solides, ces angles étant pris alternativement par rapport à deux faces quelconques opposées.

Quant aux formes qu'il a envisagées comme dérogeant à la loi de symétrie relative au prisme droit rectangulaire, elles sont toutes du nombre de celles que M. Haüy regarde comme primitives. Tels sont, d'un côté, les prismes obliques, rhomboïdal et rectangulaire; l'octaèdre obliquangulaire (das rhomboïdische Ditetraeder); les prismes obliquangulaires, droit (die gerade rhomboïdische Saüle) et l'oblique (die schiefe rhomboïdische Saüle); et d'un autre côté le rhomboïde. Je ne m'arrêterai point à rendre compte de la manière dont ces différentes formes ont été déduites du parallélipipède fondamental. Les cristallographes exercés pourront facilement se l'imaginer, et quant aux autres, c'est dans l'ouvrage même qu'ils devront en prendre connaissance. J'ajouterai seulement que l'auteur n'a pas manqué de les décrire en particulier, et cela par les mêmes motifs et de la même manière qu'il l'avait déjà pratiqué, en traitant de la loi de symétrie, à l'égard des autres formes susceptibles aussi d'être données par la division mécanique.

A la suite des développemens convenables donnés aux articles importans dont nous venons d'esquisser l'analyse, le savant professeur d'Heidelberg passe en revue les hémitropies, ainsi que les groupemens réguliers. Il s'occupe ensuite de la structure, et considère les joints naturels qui la constituent, soit les ordinaires (Haupt-Durchgänge), soit les surnuméraires (Neben-Durchgänge); la division mécanique qui la met à découvert, et les formes qui en résultent. La théorie des décroissemens de M. Haüy prend alors son tour, et elle est présentée dans un ex-

posé très-remarquable par la manière heureuse dont l'auteur a su réunir la plus grande clarté avec la plus grande concision.

Nous allons maintenant parcourir les autres parties de la *Propédeutique*. Quant à la nomenclature, nous nous bornerons à dire que M. de Léonhard a pris pour règle d'éviter, autant que possible, l'introduction de nouveaux noms, et de choisir parmi les anciens, déjà beaucoup trop nombreux, ceux qui lui ont paru les plus significatifs et en même temps plus faciles à articuler. Pour la description des substances minérales, le même savant ne pouvait mieux faire que de se conformer aux principes suivis par M. Haüy; et c'est ce qu'il a fait en général, en employant d'après leur valeur respective les différens caractères qu'elles nous présentent. Pour ce qui regarde la classification, M. de Léonhard a distribué les minéraux en groupes, espèces, sous-espèces et variétés; et pour faire cette distribution, il a combiné les principes qui servent de base au nouveau Système de Minéralogie de M. Berzélius, avec ceux qui ont été employés par M. Haüy. En général il s'est servi des premiers pour former les groupes, et des seconds pour établir les espèces. Quant aux sous-espèces, quoiqu'elles soient réellement plus ou moins arbitraires, l'auteur a tâché de les fixer et circonscrire, autant que possible, en les caractérisant au moyen de certaines circonstances relatives à la forme ou au tissu, lesquelles groupent bien souvent les variétés sous des aspects tout différens, et subdivisent ainsi les espèces correspondantes en autant de sections propres à en faciliter l'étude.

Dans les quatre divisions principales ci-dessus indiquées, le savant minéralogiste d'Heidelberg a embrassé tous les minéraux qu'il a crus suffisamment connus et déterminés. Quant à ceux qui, suivant lui, ne l'étaient pas, il en a réuni quelques-uns dans différens appendices, ajoutés soit aux groupes, soit aux espèces, dont ils lui ont paru se rapprocher le plus. Le reste a été renvoyé à la fin du Système, pour y former un premier appendice, auquel est venu naturellement se joindre un second, contenant les combustibles d'origine étrangère au règne minéral.

Le compte que nous venons de rendre de la première partie du Manuel d'Oryctognosie, se trouve avoir déjà présenté d'avance une idée suffisante de la seconde partie de cet ouvrage, considérée dans son ensemble. Il ne nous resterait donc plus qu'à l'examiner en détail; mais cela n'étant nullement compatible avec la nature de cet article, nous tâcherons d'en présenter au moins l'esprit, à l'aide de quelques indications, citations et remarques, qui nous ont paru les plus propres pour cela.

En adoptant pour base de ses groupes les mêmes substances élémentaires chimiques, sur lesquelles M. Berzélius a fondé ses familles, le professeur d'Heidelberg a cru néanmoins devoir jusqu'à un certain point s'écarter du Système du célèbre chimiste suédois, non seulement par rapport au nombre des familles, mais aussi à l'égard des espèces réunies dans chacune d'elles.

N'admettant comme objet de l'Oryctognosie que les minéraux proprement dits, il a dû omettre les familles ayant pour base les radicaux muriatique et nitrique, et l'hydrogène. D'une autre

part, conduit ou plutôt forcé par certaines considérations minéralogiques, qui établissent ce que les naturalistes ont appelé *affinités naturelles*, il a incorporé à son groupe *aluminium* le *triphane*, le *pétalite* et la *tourmaline d'Uto*, seules substances constituant la famille *lithium* de M. Berzélius, et il a, par une pareille raison, séparé des familles *or* et *plomb* de ce savant le *tellure*, pour en former un groupe particulier.

C'est sur-tout par rapport à l'ensemble des espèces que les groupes de M. de Léonhard diffèrent considérablement des familles de M. Berzélius. Cette divergence, amenée sans doute par le même motif qui vient d'être indiqué, est principalement remarquable à l'égard des groupes *aluminium*, *magnesium*, *calcium*, *natrium* et *kalium*. Le premier et le second embrassent une très-grande partie des substances que M. Berzélius rapporte à sa famille *calciumy* et en conséquence le troisième se trouve réduit d'autant. Quant aux quatrième et cinquième, ils ne contiennent, à la seule kryolite près, que les substances salines des familles correspondantes, les substances terreuses en ayant été démembrées, pour être distribuées entre les groupes *aluminium*, *magnesium* et *calcium*.

Pour ce qui concerne les espèces en particulier, quoique M. de Léonhard ait suivi à leur égard les principes établis par M. Haüy, son système offre toutefois des différences plus ou moins considérables comparativement à la méthode de l'illustre minéralogiste français. Nous avons eu d'abord l'intention d'en indiquer les principales; mais nous nous sommes aperçus bientôt que cela était impraticable, faute de véritable terme de comparaison. En effet, la méthode de M. Haüy a subi récemment des modifications, des changemens et des additions si nombreuses et si importantes, que l'on ne pourra proprement apprécier les divergences en question, que lorsque la deuxième édition du *Traité de Minéralogie* aura paru. En attendant, c'est dans le *Manuel d'Oryctognosie* même qu'il faudra prendre connaissance des innovations que son auteur a cru devoir introduire dans son système, et dont je vais en conséquence donner seulement quelques exemples.

Plusieurs substances, dont M. Haüy avait indiqué la réunion comme plus ou moins probable, ou même comme à-peu-près démontrée, figurent encore au rang d'espèces dans le système de M. de Léonhard. Dans ce cas, se trouvent l'arsenic sulfuré rouge et le jaune; l'argent rouge et l'argent noir (Sprödglaserz), les différentes modifications du tellure, dont M. de Léonhard fait quatre espèces; les diverses substances rapportées au cuivre arséniaté, et que le même savant ramène à trois types différens, etc.

D'un autre côté, le minéralogiste d'Heidelberg a jugé à propos de réunir certaines substances que M. Haüy regarde comme espèces différentes: par exemple, le fer chromaté et la craitonite avec le fer oxidulé, la chlorite et le talc avec le mica, l'argent carbonaté avec l'argent natif, l'aplôme avec le grenat, etc.

J'ajouterai encore que M. de Léonhard a donné ou adopté une quantité de résultats plus ou moins nouveaux, relatifs à la structure ou à la détermination géométrique de différentes substances minérales, soit de quelques-unes connues

depuis long-temps, soit de plusieurs de celles dont la découverte est plus récente. Nous citerons comme exemples, par rapport aux premières, la mésotype, l'apophyllite, le cuivre pyriteux, le manganèse oxidé (Grau-Manganerz), le titane silicéo-calcaire, etc.; et à l'égard des secondes, le tantalite, le wavellite, le bournonite, le pétalite, le zinc carbonaté (Zinkspath), etc.

Nous arrivons à la partie la plus délicate de notre tâche, en passant maintenant à remplir l'engagement que nous avons pris de donner notre opinion sur l'ouvrage qui nous occupe. Nous regrettons bien de ne pas pouvoir lui donner tout le développement convenable, et d'être forcés, cet article étant déjà beaucoup trop long, de la réduire à quelques observations très-générales.

Les préliminaires qui constituent la première partie du Manuel d'oryctognosie, et nommément la description, la détermination géométrique et l'expression algébrique des formes simples, la division mécanique, la théorie des décroissemens, et la loi de symétrie, sont tous exposés avec beaucoup de méthode et de clarté, avec la juste mesure de développement et avec la précision convenable. La description des espèces est courte et aussi caractéristique que possible. Les gisemens et localités, ainsi que la littérature, forment des articles remarquables par l'érudition, et par l'utilité des indications qu'ils peuvent fournir sur-tout aux jeunes minéralogistes et aux voyageurs. Parmi les citations relatives aux gisemens et localités, il s'en trouve sans doute beaucoup d'inexactes : l'auteur en

convient lui-même, et se propose de les rectifier, à mesure qu'il obtiendra à leur égard des renseignemens plus positifs.

A ces avantages, qui suffiraient déjà pour recommander une composition élémentaire, M. de Léonhard a su joindre encore l'intérêt d'un certain caractère de nouveauté qu'offrent plusieurs parties de son ouvrage, notamment la description des variétés de formes cristallines, et la manière de concevoir quelques points de Cristallographie.

Pour décrire les diverses modifications des cristaux, il a inventé un langage particulier, dont il serait impossible de donner la moindre idée sans descendre dans des détails trop minutieux. C'est pourquoi nous nous contenterons de dire qu'il est fort remarquable par sa concision, par sa clarté, et même par sa précision; en sorte qu'il suffit de connaître tant soit peu la langue allemande pour pouvoir en apprécier le mérite, qui d'ailleurs ne lui est nullement contesté par les minéralogistes allemands eux-mêmes. A l'appui de cette assertion, nous pouvons citer MM. d'Eschwege et de Schemiz, dont on ne récusera certainement pas les suffrages.

Quant aux conceptions plus ou moins neuves, d'après lesquelles l'auteur a envisagé certains points de Cristallographie, nous nous permettrons de lui soumettre seulement quelques remarques générales, la nature de cet article nous interdisant toute discussion approfondie d'un pareil sujet.

Partant de l'un des faits les plus importans que les recherches de M. Haüy aient établis en Cristallographie; savoir, de la compatibilité de

certains systèmes de cristallisation, et de la possibilité qui en découle, de les rapporter à l'une quelconque des formes primitives qui leur servent respectivement de base, MM. Mohs et Weiss, avaient, dans ces derniers temps, ramené tous les systèmes de cristallisation, le seul *tessulaire* excepté, à l'octaèdre à base carrée, au rhomboïde, et à l'octaèdre rhomboïdal. C'est en adoptant une pareille manière de voir que M. le docteur Hessel vient, à son tour, de choisir pour seules formes fondamentales, auxquelles tontes les autres doivent être rapportées, le cube, le prisme à base carrée et le prisme rectangulaire. Si l'on réfléchit qu'on aurait pu tout aussi bien choisir pour remplacer chacune des formes que nous venons de nommer, l'une quelconque de celles qui sont compatibles avec elles, on ne pourra pas se refuser à convenir de l'arbitraire de pareils systèmes de cristallisation, et à reconnaître la nécessité qui en résulte, de subordonner le choix des formes fondamentales à une observation fixe, telle que le résultat de la division mécanique.

A l'inconvénient que nous venons de signaler, se joint encore, à l'égard du système relatif à l'octaèdre rhomboïdal ou an prisme rectangulaire, un autre non moins considérable : il provient de ce que les cristallographes précités ort ramené à ce système de cristallisation non-seulement ceux qui étaient généralement reconnus pour compatibles avec lui, mais aussi ceux que M. Haüy a rapportés soit aux prismes obliques, soit au parallélipipède obliquangle.

Pour y parvenir, ils ont été forcés d'abandonner encore ici l'observation, qui rend la loi

de symétrie, par rapport à ces dernières formes primitives, aussi incontestable qu'elle l'est à l'égard des autres, et ils l'ont remplacée par la conception d'anomalies plus ou moins nombreuses, dont l'admission ne peut que compliquer bien souvent la dérivation des formes secondaires.

Ce que nous venons de dire s'applique, à bien plus forte raison, au système rhomboïdal, que M. le docteur Hessel fait aussi rentrer dans celui du prisme rectangulaire. Certes, de tous les systèmes de cristallisation, il n'y en a aucun qui soit mieux établi sous tous les rapports : aussi a-t-il été reconnu et admis par tous les cristallographes, sans excepter même MM. Mohs et Weiss, dont l'opinion devient ici du plus grand poids.

Au reste, ayant pris le sage parti de se conformer strictement à l'observation des joints naturels, dès qu'il a été question de caractériser les espèces au moyen des formes respectives qui les représentent, M. de Léonhard a fait voir qu'il savait apprécier à leur juste valeur et les résultats fixes de l'observation, et ceux des conceptions purement spéculatives, susceptibles de varier selon les différentes manières de voir. En adoptant les premiers pour la détermination des espèces minérales, il s'est procuré l'avantage de fixer le choix de leurs types respectifs; et suivant en cela les principes sur lesquels M. Haüy a fondé la réforme à jamais mémorable de la Minéralogie, l'auteur a rendu un important service aux jeunes minéralogistes allemands, en même temps qu'il a ajouté un mérite de plus à son ouvrage.

Je ne dois pas terminer cet article sans faire encore les remarques suivantes:

Parmi les résultats donnés ou adoptés par M. de Léonhard, soit par rapport aux joints naturels, soit à l'égard de la détermination des formes primitives, il y en a que l'on ne doit pas regarder comme définitivement arrêtés, les observations sur lesquelles ils se fondent n'ayant pas pu être assez précises. D'autres ne sont pas admissibles, comme par exemple l'adoption du dodécaèdre pentagonal pour forme primitive du fer sulfuré.

A la vérité, ce minéral offre des indices de joints naturels parallèles aux faces d'un pareil solide : les observations de M. de Léonhard, confirmées d'avance par celles que M. Haüy avait faites depuis long-temps, et que je viens de répéter moi-même, ne laissent aucun doute à cet égard. Mais les cristallographes savent fort bien que, pour adopter comme primitive une forme donnée par la division mécanique, il faut qu'elle réunisse toutes les conditions exigées par les considérations cristallographiques. Or ils sentiront bien, sans que j'aie besoin de le développer, que cela n'a point lieu pour le dodécaèdre pentagonal, et qu'en conséquence les joints parallèles aux faces de ce solide ne doivent être considérés que comme surnuméraires. Les mêmes considérations cristallographiques indiquent au contraire le cube pour la véritable forme primitive du fer sulfuré, et cette indication est même appuyée par les stries que présentent souvent les formes secondaires, sur-tout le dodécaèdre pentagonal et quelques-unes de ses modifications.

A l'égard d'autres substances, il faut croire que le célèbre professeur d'Heidelberg ne les

avait pas vues : autrement il ne les aurait point classées d'une manière contraire aux résultats qui ont déjà établi, du moins, leurs systèmes de cristallisation. Dans ce cas se trouve, par exemple, la craitonite, dont les formes appartiennent sans équivoque au système rhomboïdal, et sont en conséquence incompatibles avec l'octaèdre régulier du fer oxidulé, auquel M. de Léonhard l'a réunie, comme nous l'avons dit précédemment.

Quoiqu'il soit impossible de tracer une ligne de démarcation entre les minéraux qui peuvent encore être rapportés aux espèces, soit immédiatement, soit par appendice, et ceux qu'il faut en exclure, nous croyons cependant que M. de Léonhard a posé un peu trop loin la limite dont il s'agit, en admettant dans son système le phtanite (Kieselschiefer), le schiste marno-bituminifère (Bituminöser Mergelschiefer : Kupferschiefer), l'obsidienne, la perlaire (Perlstein), la pierre-ponce, l'argile, etc., etc.

ANNUAIRE MINÉRALOGIQUE

Pour 1821, *ou Recueil de toutes les découvertes les plus récentes relatives à la minéralogie,* 15e. *année ; par* Charles-César Chevalier de Léonhard, *conseiller intime et professeur à l'Université d'Heidelberg. Francfort-sur-le-Mein*, 1821.

L'AUTEUR, en offrant aux minéralogistes le 15e. volume de son *Annuaire,* se félicite de ce qu'il a obtenu jusqu'ici l'assentiment général, grâce aux secours qui lui ont été prodigués par des savans distingués de tous les pays, et prévient que l'abondance des matériaux qui lui ont été fournis, concernant sur-tout la géognosie et pour le chapitre *mélanges,* l'ont forcé à augmenter le nombre des feuilles ; mais qu'il y a gagné l'avantage de pouvoir donner plus d'étendue à ses extraits ; ce qu'il présume devoir être agréable à ses lecteurs. Il répond aux critiques qui ont blâmé sa méthode de traiter l'oryctognosie, et particulièrement sa trop grande facilité à admettre de nouvelles espèces, qu'il n'a fait jusqu'ici que les fonctions de rapporteur, et n'a point encore déclaré le système qu'il adopte, mais qu'on le connaîtra bientôt, parce qu'il l'expose dans le *Manuel d'oryctognosie* qu'il est sur le point de publier, et qu'alors on pourra se convaincre de son scrupule pour l'admission des espèces.

Première partie.

Ce volume se partage en trois parties. On trouve dans la première un chapitre sous le

titre *mémoires*, contenant : 1°. des observations géognostiques, faites par le professeur Germar dans un voyage au Hartz et dans les montagnes de la Thuringe ; 2°. un travail considérable sur le sel gemme de Cardona, en Espagne, comprenant la traduction d'un mémoire français, de M. Cordier ; l'extrait de plusieurs autres mémoires sur le même objet, et des remarques très-étendues par M. Kleinschrod, conseiller de Salines. Mémoires.

Le second chapitre de cette première partie est intitulé : *Aperçu des nouvelles découvertes,* et renferme : 1°. en géognosie, des notices sur l'origine des basaltes par le feu ou par l'eau, d'après M. Keferstein ; sur l'existence du basalte près d'Eisenach, reconnue par M. de Hoff ; sur celle du fer oxidé terreux (sidérite de Bergmann) dans le district de Katbuss, constaté par M. Friesleben ; 2°. relativement aux pétrifications : sur des ossemens fossiles trouvés près Stuttgard et Kanstadt (en Suabe), par M. Jœger ; sur le précis pour l'histoire naturelle des pétrifications sous le rapport géognostique, par M. de Schlotheim ; 3°. mélanges ; 4°. correspondance ; et sous ces deux titres, des analyses ou idées sommaires de beaucoup d'écrits concernant la minéralogie et la géologie ; des indications de gisemens nouvellement reconnus à plusieurs substances minérales ; un tableau des progrès que l'étude et le goût de la minéralogie ont fait particulièrement dans l'Amérique septentrionale. Coup-d'œil sur les nouvelles découvertes. Pétrifications. Mélanges. Correspondance.

Deuxième partie. Mémoires.

Quelque chose sur un système général de cristallisation, par M. le docteur Naumann ; manière d'être et gisement du gypse près de Bex,

par M. Jean de Charpentier, mémoire inséré dans les *Annales des Mines* de 1819, et traduit en allemand par M. Thomas de Charpentier; aphorismes de M. Stünkel, lieutenant d'artillerie au service d'Hanovre, sur le volcanisme; notice sur la collection de minéraux de M. de Struve, ministre d'État et consul général de Russie à Hambourg; sur la disposition des îles basaltiques et la formation des caractères, par M. Léopold de Buch; sur une éruption volcanique dans l'île de Lanzevote, par le même; sur quelques montagnes de la formation trapéenne près de Gratz, par le même.

Coup-d'œil sur les nouvelles découvertes et les changemens en minéralogie.

1°. Oryctognosie : alun, albite, plomb réniforme, plomb éclatant ou brillant, bucholzite, hedenbergite, hisingérite, karpholite, lievrite, plomb antimonial, steinheilite, tennantite, wodan pyriteux, yttrocérérete, zinc oxidé rouge; 2°. analyses: alun, allophane bleue, andalousite, nickel arsenical, savon de montagne, plomb réniforme, plomb chatoyant, blende, bucholzite, mica, grammatite, hedenbergite, hisingérite, karpholite, minerai de cuivre, cuivre sulfuré riche en argent, lasionite, lazulite, nickel oxidé pulvérulent, helvine, pyrop crustacé, pyrosmalite, rutilite, antimoine plombifère (ou plomb antimonial), steinheilite, stilbite, tennantite, tourmaline, wavellite, zéolite fibreuse (mésotype aciculaire d'Haüy), zinc oxidé rouge; 3°. géognosie : constitution géognostique de la Suède, d'après M. Hisinger; banc de craie de pierre à feu dans l'île de Rugen, par M. Gerhard; 4°. mélanges. Sous ce titre, divers extraits d'ouvrages relatifs à l'histoire naturelle, comme il a été dit ci-dessus; entre autres, plu-

Mélanges.

sieurs tirés des *Annales des Mines* de France.

Troisième. partie. Mémoires.

Sur les éboulemens de montagnes ou rochers, par M. le conseiller d'État Escher; coup-d'œil sur les fossiles simples (non mélangés) du Würtemberg, par M. le conseiller des mines docteur Hehl; observations minéralogiques faites par M. le lieutenant Stünckel; sur la collection oryctognostique de minéraux du docteur et professeur Zipser, à Neusohl; remarques et observations faites par M. Uttinger dans un voyage à travers les Alpes tyroliennes; rapport pour servir à la connaissance des montagnes de la Suabe, par M. le professeur Hundeshagen.

Coup-d'œil sur les nouvelles découvertes et les changemens en minéralogie.

1°. Géognosie : mode de formation des roches agglutinées, dites conglomérats, brèches et poudingues, par M. Gerhard; sur le schiste schorlique ou schiste avec amphibole, par M. Freicsleben; sur le grès flexible ou élastique du Brésil, par M. d'Eschwege; sur le kaolin ou terre à porcelaine, qui s'extrait près d'Aue, et sur celui qui se trouve dans les environs de Seiliz, par M. OElschlaegel; 2°. mélanges; 3°. correspondance, entre autres avec MM. Hausmann, Germar, Voigt et Bauersachs; 4°. commerce de minéraux. Sous ce dernier titre, on indique et recommande aux minéralogistes, A. Ginsberg, résidant à Martigny, en Vélai, qui vient de parcourir le Piémont et l'île d'Elbe, et en a rapporté les minéraux les plus intéressans, dont il offre un choix moyennant une souscription de 16 francs de Suisse ou 11 florins du Rhin, et il promet une remise à ceux qui feront des commandes considérables. On annonce aussi la vente, soit en gros, soit en détail, de la collection des minéraux de J.-F. Bogner, à Strasbourg.

Mélanges. Correspondance.

Commerce de minéraux.

On peut correspondre à ce sujet avec sa veuve, place d'Armés, à Strasbourg.

Enfin, ce volume est terminé par quatre cartes, dont la première se rapporte aux observations du professeur Germar (premier chapitre de la première partie); la seconde, aux salines de Bex (deuxième chapitre de la deuxième partie); la troisième et la quatrième, au mémoire sur les montagnes de la Suabe, par M. Hundeshagen (sixième chapitre de la troisième partie).

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA FIN DU QUATRIÈME TRIMESTRE DE 1821, ET LE PREMIER DE 1822.

Ordonnance du 28 novembre 1821, concernant une usine à laminer le zinc et le laiton, établie en la commune de Rugles (Eure).

Usine à laminer le zinc et le laiton, de Rugles.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Le baron Saillard est maintenu dans la jouissance de l'usine qu'il a construite près de son haut-fourneau de Rugles, département de l'Eure.

Art. II. Cette usine, destinée à laminer le zinc et le laiton, est et demeure composée de deux feux de chaufferie et d'un laminoir, conformément aux plans fournis.

Art. III. Le cahier des charges, à l'exécution duquel le demandeur s'est soumis, restera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de la permission.

Nota. Les deux derniers articles que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Mines de houille de Givors, etc.

Ordonnance du 12 décembre 1821, portant concession des mines de houille de Givors et de Saint-Martin de Cornas (Rhône).

Louis, etc, etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Il est fait concession aux sieurs Nicolas-Joseph-Henri Bolot, Christophe Guillaud père, Jean-Jacques Lempereur et Jean-Baptiste Rogniat, des mines de houille de Givors et de Saint-Martin de Cornas, département du Rhône, sur une étendue de 2 kilomètres carrés, 42 hectares 32 ares, d'après le plan fourni par les concessionnaires, vérifié par l'ingénieur en chef des mines, certifié par le préfet et rectifié par l'avis du Conseil général des mines, limitée ainsi qu'il suit:

Au levant, partant du point P, situé à 50 mètres de a rive gauche du canal de Givors et à 80 mètres à l'ouest du moulin Thomas, par une ligne passant à 50 mètres à l'ouest de la maison Chaumartin, et aboutissant au chemin de Saint-Andéol à Givors.

Au nord, par ledit chemin de Givors à Saint-Andéol, depuis la jonction de la ligne précédente jusqu'au-dessus, et à une distance de 300 mètres, nord, de la Chapelle de Saint-Martin de Cornas, ledit endroit marqué C par le plan.

Au couchant, par une ligne droite allant de ce point à ladite Chapelle Saint-Martin de Cornas, et ensuite par le chemin qui va de cette Chapelle à Momerieux.

Au midi, par le chemin de Momerieux à Givors jusqu'au point R, situé à 70 mètres du canal; de ce point, par une suite de lignes parallèles au cours du canal, à la distance de 50 mètres de sa rive gauche, jusqu'au point du départ.

Art. II. Il est en outre fait concession de la portion de terrain désignée au plan par les lettres A. B. C., de l'autre côté du canal jusqu'à la rivière de Gier, moins la largeur de 50 mètres le long dudit canal, portion contenant 6 hectares 75 ares.

Art. III. Il sera, à la diligence du préfet et aux frais des concessionnaires, planté des bornes aux points P. B. C. R. S. T. U. dans la partie au nord du canal, A. B. C. dans la partie au midi, entre le canal et la rivière de Gier. L'ingénieur en chef des mines dressera procès-verbal de cette opération, dont expéditions seront déposées aux archives de la préfecture et à celles de la commune de Givors, et il en sera donné avis à notre Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Art. IV. Les concessionnaires se conformeront aux dispositions du cahier des charges qu'ils ont souscrit, et qui restera annexé à la présente ordonnance, comme condition expresse de la concession.

Nota. Les quatre derniers articles ont pour objet des mesures générales.

Extrait du cahier des charges pour la concession des mines de houille de Givors et de Saint-Martin de Cornas.

Art. Ier. Les deux puits de recherche dits Bajards, supérieur et inférieur, désignés sur le plan, seront continués et approfondis jusqu'à la rencontre de la houille: il y aura de plus un creusement de 6 mètres pour servir de puisard.

Art. II. On travaillera de suite à établir entre ces deux puits une communication, qui servira pour l'airage et pourra être faite en suivant la houille.

Art. III. A partir de chacun de ces puits, il sera percé dans la couche de houille deux galeries d'allongement, qui serviront à reconnaître la direction de ses fissures, et à établir promptement entre les deux puits la galerie d'airage prescrite par l'article 2.

Art. IV. Le puits dit *de la galerie* sera approfondi jusqu'à la couche reconnue par la galerie inclinée qui a été percée sur la rive gauche du canal de Givors; il sera disposé de telle sorte, qu'il puisse servir à l'extraction de la houille ainsi qu'à l'épuisement des eaux.

Art. V. La galerie de recherche, ouverte sur la rive gauche du canal de Givors, près du pont de Nouailly, sera poursuivie vers le nord, en suivant la couche dans laquelle elle

est pratiquée. Les concessionnaires feront, de plus, sur les affleuremens et indices de houille, tous les travaux de recherche nécessaires pour parvenir à la connaissance complète du gîte de houille dans toute l'étendue de leur concession : ces travaux seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur des mines.

ART. VI. Les couches actuellement connues et celles qui le seront à l'avenir sont partagées en massifs rectangulaires ou carrés, de 20 à 25 mètres de côté : ces massifs seront eux-mêmes exploités suivant la méthode connue sous le nom de *méthode à gradins*, en commençant par les plus éloignés du puits.

ART. VII. Les communications nécessaires pour l'airage, l'épuisement de l'eau, le transport de la houille, seront muraillées et boisées solidement, et tenues en bon état.

ART. VIII. Indépendamment des travaux ci-dessus, les concessionnaires seront tenus d'établir une galerie d'écoulement, qui sera ouverte sur la rive gauche et au niveau du canal de Givors, près le pont de Nouailly, et sera dirigée sur le puits Bajard inférieur; elle sera commencée lorsque les puits Bajards étant arrivés à la houille, les travaux seront développés de manière à donner l'assurance d'une exploitation durable : le puits Bajard inférieur sera creusé jusqu'à ce qu'il communique à cette galerie, qui donnera lieu à un épuisement naturel jusqu'à une profondeur de 134 mètres, et qui servira en même temps pour l'airage, les recherches et la sortie de la houille : ladite galerie sortant, ainsi que celle qui est prescrite par l'article 5, du territoire concédé, les concessionnaires ne pourront se prévaloir des facilités qu'elles leur procurent, pour établir des exploitations au dehors des limites de ce territoire.

ART. IX. Conformément à l'article 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 facultés nécessaires pour bien conduire les travaux.

Conformément à l'article 25 de l'acte du Gouvernement, du 3 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, ou des élèves de l'Ecole royale des mineurs,

ayant achevé leurs cours d'étude, et étant pourvus d'un brevet du Directeur général des mines.

Nota. Les six derniers articles ont pour objet des mesures générales.

Haut-fourneau de Rioupéroux.

ORDONNANCE du 12 décembre 1821, portant autorisation de construire un haut-fourneau à Rioupéroux (Isère).

LOUIS, etc., etc., etc.,

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'Etat au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Le sieur Camille Gautier est autorisé à construire un haut fourneau à Rioupéroux, commune de Livet, département de l'Isère, conformément aux plans fournis à l'appui de sa demande.

ART. II. Le cahier des charges, consenti par l'impétrant, restera annexé à la présente ordonnance comme condition essentielle de la permission, et son inexécution entraînera la nullité de l'autorisation (1).

Nota. Les autres articles ont pour objet des mesures générales.

Verrerie du Cap Janet.

ORDONNANCE du 12 décembre 1821, portant que le sieur Toussaint Dervieux *est autorisé à établir au cap Janet, quartier Saint-Louis, territoire de Marseille (Bouches-du-Rhône), une verrerie de verre à vitres, consistant en un four à huit pots avec ses dépendances, et en quatre fours d'étendage : le tout conformément aux plans produits.*

(1) L'article premier de ce cahier porte que le demandeur ne pourra employer dans le haut-fourneau qu'il se propose de construire, que des minerais provenant de minières permissionnées ou de mines concédées.

Verrerie de Moustey.

Ordonnance du 12 décembre 1821, concernant une verrerie établie en la commune de Moustey (Landes).

Louis, etc., etc., etc.,

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Le sieur Sutter est maintenu dans la possession de la verrerie qu'il a établie commune de Moustey, département des Landes.

Art. II. La consistance de cette verrerie est déterminée ainsi qu'il suit; savoir, un four à huit pots propre à fabriquer du verre noir, vert ou blanc; deux fours à recuire ou préparer les matières, et un four à sécher le bois, conformément aux plans joints à la demande.

Nota. Les quatre derniers articles ont pour objet des mesures générales.

Verrerie de Lugos.

Ordonnance du 3 janvier 1822, portant que le sieur Just *est autorisé à établir dans la commune de Lugos (Gironde), une verrerie à verre blanc, dont la consistance sera d'un seul four contenant au plus dix pots avec ses dépendances.*

Haut-fourneau du pré Closeau.

Ordonnance du 30 janvier 1822, portant autorisation de construire un haut-fourneau près Ancy-le-Franc (Yonne), au lieu dit le pré Closeau.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'Etat entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Le marquis de Louvois, pair de France, est autorisé à construire un haut-fournean près Ancy-le-Franc, département de l'Yonne, au lieu dit *le pré Closeau*, dans ses propriétés, conformément aux plans d'ensemble et de détails fournis à l'appui de sa demande.

Art. II. Le cahier des charges, consenti par l'impétrant, sera annexé à la présente ordonnance, comme renfermant, au moyen des modifications énoncées ci-dessous, les conditions essentielles de la permission.

Nota. Le cahier des charges qui suit est conforme aux modifications énoncées dans l'article III de cette ordonnance. Quant aux autres articles que nous n'avons pas insérés, ils ont pour objet des mesures générales.

Extrait du cahier des charges à imposer pour la construction d'un haut-fourneau près Ancy-le-Franc (Yonne).

Art. Ier. Le haut-fourneau d'Ancy-le-Franc sera construit conformément à la demande et au plan présenté par l'impétrant, et mis en activité dans un an, à partir de la notification de l'ordonnance de permission.

Art. II. Il ne sera rien changé au niveau de l'Armançon dans le bief supérieur du moulin de Cuzy, où se fera la prise d'eau, et on ne pourra exhausser le barrage qui soutient les eaux de cette rivière pour l'exploitation de ce moulin: à cet effet, des mesures seront prises pour fixer d'une manière invariable le niveau actuel de l'eau et la hauteur du barrage.

Art. III. L'impétrant supportera sans indemnité les chômages et les frais auxquels pourra donner lieu, lors de l'exécution du canal de Bourgogne, la construction de deux aqueducs nécessaires pour l'arrivée et la fuite des eaux qui serviraient à l'usine.

Art. IV. Les projets de ces aqueducs seront soumis à l'approbation du Conseil des Ponts-et-Chaussées, comme les ouvrages mêmes du canal.

ART. V. Dans le cas où, sans attendre l'achèvement du canal, l'impétrant, pour augmenter la chute d'eau, jugerait convenable de fermer l'ancien lit de l'Armançon, il pourra le faire sous la condition de livrer un chemin d'exploitation sur la rive droite de cette rivière, depuis le pont de Cuzy jusqu'au barrage.

ART. VI. L'impétrant rentrera dans la possession de ce chemin ou en recevra la valeur, à titre d'indemnité, aussitôt que l'exécution du canal dans la traversée de son parc aura mis le gouvernement dans la nécessité d'en livrer un.

ART. VII. La permission d'établir un haut-fourneau ne préjudiciera en rien sur les droits du canal à la propriété de l'ancien lit de la rivière.

ART. VIII. Toutes les constructions nécessaires à la distribution des eaux seront exécutées sous la direction et la surveillance des ingénieurs des Ponts-et-Chaussées; il sera dressé procès-verbal de la vérification de ces ouvrages après leur achèvement, lequel sera déposé dans les archives de la préfecture du département et dans celles de la commune d'Ancy-le-Franc, et il en sera donné avis à notre Directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

ART. IX. Les constructions relatives au haut-fourneau et ses dépendances seront exécutées sous la direction et la surveillance des ingénieurs des mines du département; il sera dressé procès-verbal de la vérification de ces ouvrages après leur achèvement, sous la même forme que pour les constructions relatives à la conduite et à la distribution des eaux.

ART. X. L'impétrant n'entreprendra aucune extraction de minerai qu'après en avoir obtenu les autorisations prescrites par la loi du 21 avril 1810, sur les mines et minières.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

Terres pyritenses de Guiscard.

ORDONNANCE du 6 février 1822, concernant la renonciation à la concession des terres pyriteuses de la commune de Guiscard (Oise).

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'Oise, le 27 octobre 1819, par le sieur Montigny, de la commune de Guiscard, tendante à ce que la renonciation à la concession des mines pyriteuses de Guiscard, ladite concession accordée par décret du 12 juillet 1807 aux sieurs Coffinier et Douville, aux droits desquels le sieur Montigny se trouve aujourd'hui, soit acceptée;

Vu les affiches qui ont eu lieu pendant quatre mois dans les communes de Guiscard, Beauvais et Compiègne, sans qu'il se soit élevé de réclamations;

Le rapport de l'ingénieur des mines, du 12 décembre 1820;

L'arrêté du préfet, du 13 janvier 1820;

L'avis du Conseil général des Mines, du 11 juillet dernier, adopté 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. Ier. La renonciation du sieur Montigny à la concession des terres pyriteuses, accordée par le décret du 12 juillet 1807, commune de Guiscard, est acceptée.

ART. II. Il est renvoyé à se pourvoir par-devant notre Ministre secrétaire d'État des finances, en ce qui concerne le dégrèvement de la redevance fixe qu'il sollicite pour une époque antérieure à celle de l'acceptation de la renonciation.

ART. III. 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.

Usine de Sainte-Colombe.

ORDONNANCE du 6 février 1822, portant autorisation de substituer un patouillet et un bocard à des lavoirs à bras, situés en la commune de Sainte-Colombe (Côte-d'Or).

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Notre cousin le maréchal duc de Raguse est autorisé à construire un patouillet et un bocard, sur une dérivation du biez du moulin de Roche, commune de Sainte-Colombe, département de la Côte-d'Or, pour le lavage du minerai de fer, avec faculté de les porter plus près du biez et de relever la roue du patouillet, s'il le juge convenable.

Nota. Les autres articles que nous n'avons pas insérés ont pour objet des dispositions locales et des mesures générales qu'il est d'usage de prescrire.

Usine à fer de Laffray.

ORDONNANCE *du 6 février 1822, portant autorisation d'établir une forge et une fenderie en la commune de Laffray (Isère).*

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Le sieur Loubet-Arnoux est autorisé à établir dans la commune de Laffray, département de l'Isère, une forge propre à fabriquer le fer, et une fenderie destinée à le préparer pour la clouterie ou à le cylindrer pour les cercles et rubans, ou à le laminer pour la tôle.

ART. II. Cette usine consistera :

1°. En une forge à la Comtoise, dont le vent sera fourni par une paire de soufflets à pistons avec un marteau;

2°. En une fenderie composée de deux cylindres et d'une paire de taillands, auxquels le mouvement sera imprimé par deux roues hydrauliques placées sur le même cours d'eau;

3°. En deux fours à réverbères destinés à chauffer le fer propre à la verge et à la tôle.

Le tout conformément aux plans de masses et détails qui ont été fournis par le demandeur.

Nota. L'art. III prescrit à l'impétrant quelques dispositions qui sont relatives aux eaux dont il pourra se servir pour son usine. Quant aux autres articles, ils ont pour objet les mesures qu'il est d'usage d'ordonner.

Houille lignite de St.-Victor.

ORDONNANCE *du 6 février 1822, portant concession des mines de houille lignite de Saint-Victor-Lacoste (Gard).*

LOUIS, etc., etc., etc.,

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Valérien Martin, Pierre Pélaguier, Joseph Monier et Louis Regnaud, des mines de houille lignite de Saint-Victor-Lacoste, arrondissement d'Uzès, département du Gard, sur une étendue de 3 kilomètres carrés, 72 hectares, limitée conformément au plan ci-joint; savoir, par une suite de lignes droites tirées de l'ancien château de Saint-Victor-Lacoste à Palus, de Palus à l'église de Saint-Martin, de l'église Saint-Martin à la Tuilerie, de la Tuilerie à l'embranchement du chemin de Gaujac avec le sentier qui descend de la Grand-Combe, et de là au château de Saint-Victor-Lacoste, point de départ.

ART. II. Le cahier des charges, tel qu'il a été discuté en Conseil général des Mines, et adopté par notre Directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, et consenti par les concessionnaires, est approuvé et demeurera annexé à la présente ordonnance comme condition essentielle de la concession.

Nota. Les autres articles ont pour objet des mesures générales.

Cahier des charges pour la concession des mines de houille lignite de Saint-Victor.

ART. Ier. Les concessionnaires perceront près de la rive gauche du ruisseau des fonts, au point marqué P sur le plan,

un puits d'extraction et d'épuisement, sur lequel sera placé un treuil. Ce puits ayant dans œuvre deux mètres de long sur un mètre de large, devra atteindre la couche exploitée sur la ligne d'inclinaison passant par le puits du Nord.

ART. II. La galerie d'inclinaison déjà commencée, à partir du puits du Nord, sera continuée jusqu'à sa rencontre avec le nouveau puits; du pied de ce dernier, on percera une galerie d'allongement que l'on prolongera de chaque côté et que l'on mettra en communication par des cheminées d'airage avec les ouvrages pratiqués.

ART. III. Lorsque les travaux seront ainsi préparés, on poussera des tailles de 2 mètres de largeur, tant sur la direction que sur l'inclinaison de la couche, et on laissera entre elle des piliers de 6 mètres de côté.

ART. IV. De nouveaux puits, au même niveau que les précédens, seront creusés, afin de faciliter l'airage, d'abréger le transport intérieur, et de donner plus de développement au champ d'exploitation.

ART. V. L'administration déterminera plus tard le second niveau auquel il faudra porter l'extraction, l'épaisseur du massif de houille à laisser entre les anciens et les nouveaux ouvrages, le mode d'exploitation à suivre et les machines d'extraction et d'épuisement à employer.

ART. VI. Il est expressément défendu de laisser séjourner dans les travaux souterrains les débris de l'extraction susceptibles de s'enflammer spontanément.

ART. VII. Pour s'assurer de l'existence d'autres couches, on pratiquera des sondages, ou l'on continuera le creusement de l'un des puits, jusqu'à la profondeur verticale de 10 mètres au-dessous de la dernière couche reconnue.

ART. VIII. Dans le cas où l'on découvrirait de nouvelles couches, on en préparerait, et on en poursuivrait l'exploitation de la manière développée ci-dessus, en commençant par la plus basse et en s'élevant ainsi successivement.

ART. IX. Les puits et galeries seront étayés convenablement, et les concessionnaires exécuteront toutes les mesures de précaution qui leur seront indiquées par l'Administration.

ART. XV. Il y aura prticulièremant lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des Mines, en exécution du titre II de la loi du 21 avril 1810, si en vertu de l'art. 7 de la

loi, la propriété ou la jouissance de la mine de Saint-Victor-Lacoste vient à être transférée d'une manière quelconque soit à un individu, soit à une société. Le cas échéant, le concessionnaire ou l'exploitant quelconque de ces mines sera tenu de se soumettre exactement aux clauses et conditions de l'acte de concession et du présent cahier de charges.

Nota. Les art. X, XI, XII, XIII, XIV, ainsi que les deux derniers que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Usine de Rouvres.

ORDONNANCE du 6 février 1822, portant que la dame Rose-Alexandrine de Lafare, *veuve du sieur* Joseph Charlavy, *comte* d'Aulnoy, *est autorisée à construire à Rouvres (Haute-Marne), un haut-fourneau et un feu d'affinerie avec un marteau, en se conformant aux plans joints à sa demande.*

Ve d'O... rens.

ORDONNANCE du 6 février 1822, portant autorisation d'établir une verrerie de verre à vitres dans la commune d'Outre-Furens (Loire).

LOUIS, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Il est permis au sieur Forest d'établir une verrerie de verre à vitres dans la commune d'Outre-Furens, département de la Loire, qui sera située au lieu dit *Larive*, et dans l'emplacement indiqué sur le plan fourni.

ART. II. Cette verrerie consistera en un four contenant au plus dix pots, et un four à étendre avec ses dépendances.

ART. III. L'impétrant emploiera dans ses opérations la

houille pour combustible, à l'exception de l'étendage des manchons, où il pourra se servir de bois refendu.

ART. IV. Il est tenu de fournir au préfet de la Loire, dans les trois mois qui suivront l'achèvement de ses constructions, le plan régulier de sa verrerie.

Nota. Les autres articles ont pour objet des mesures générales.

Usine de Maranville.

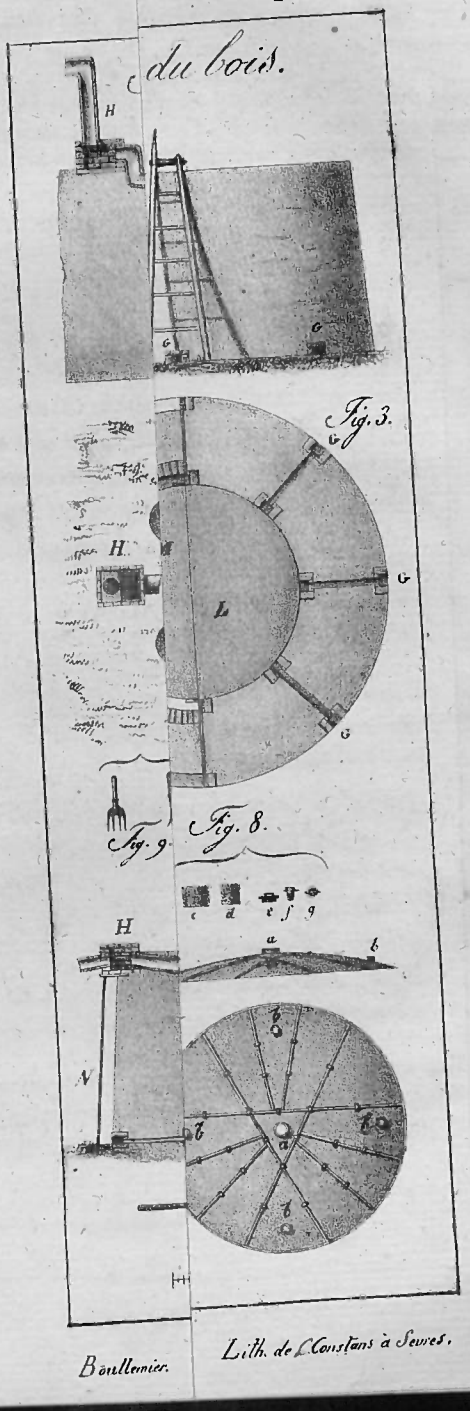
ORDONNANCE du 20 février 1822, portant que le marquis Dubouteț *est autorisé, d'une part, à maintenir en activité la forge qu'il possède sur la rivière d'Aujon, commune de Maranville (Haute-Marne), et d'une autre part à reconstruire le haut-fourneau qui a existé dans la même commune et sur le même cours d'eau, sous les conditions exprimées au cahier des charges qu'il a consenti, et conformément aux plans fournis à l'appui de sa demande.*

Usine de Creutzwald.

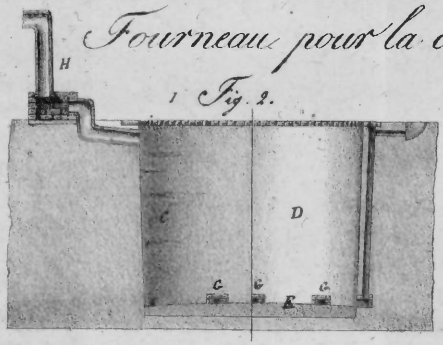
ORDONNANCE du 27 février 1822, portant que le sieur Payssé, *propriétaire des hauts-fourneaux de Creutzwald (Moselle), est autorisé à construire, conformément au plan joint à sa demande, sur la même tête d'eau que ses hauts-fourneaux, une usine à fer, composée d'un feu d'affinerie, d'un gros marteau et d'un martinet mus par le même arbre, d'un martinet indépendant et d'un feu de chaufferie.*

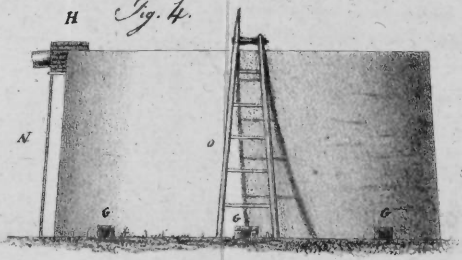
LA SUITE DES ORDONNANCES DU 1er. TRIMESTRE DE 1822, A LA PROCHAINE LIVRAISON.

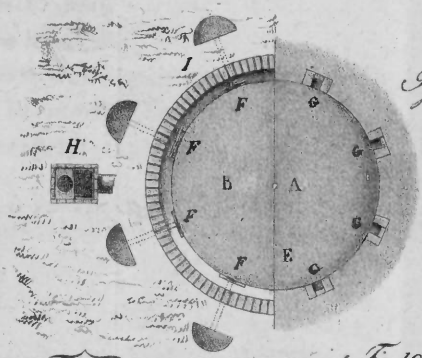
PL. III.

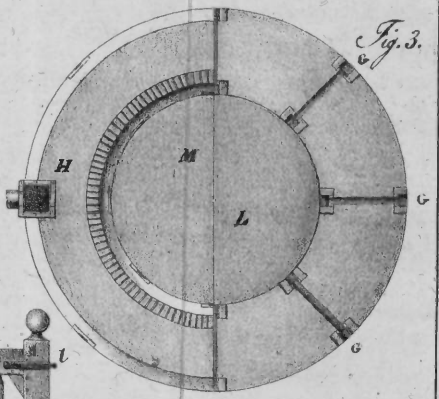


Fourneau pour la carbonisation du bois.

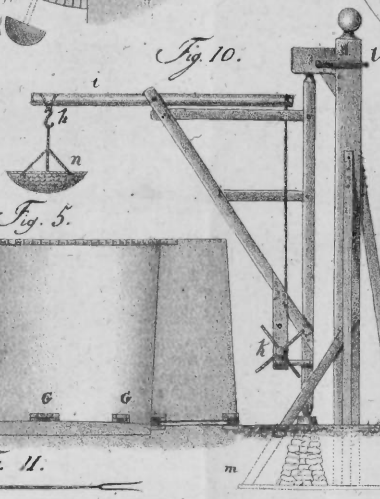


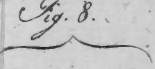


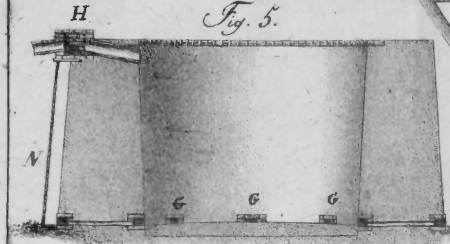




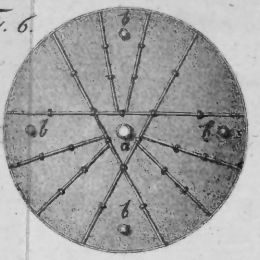




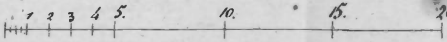










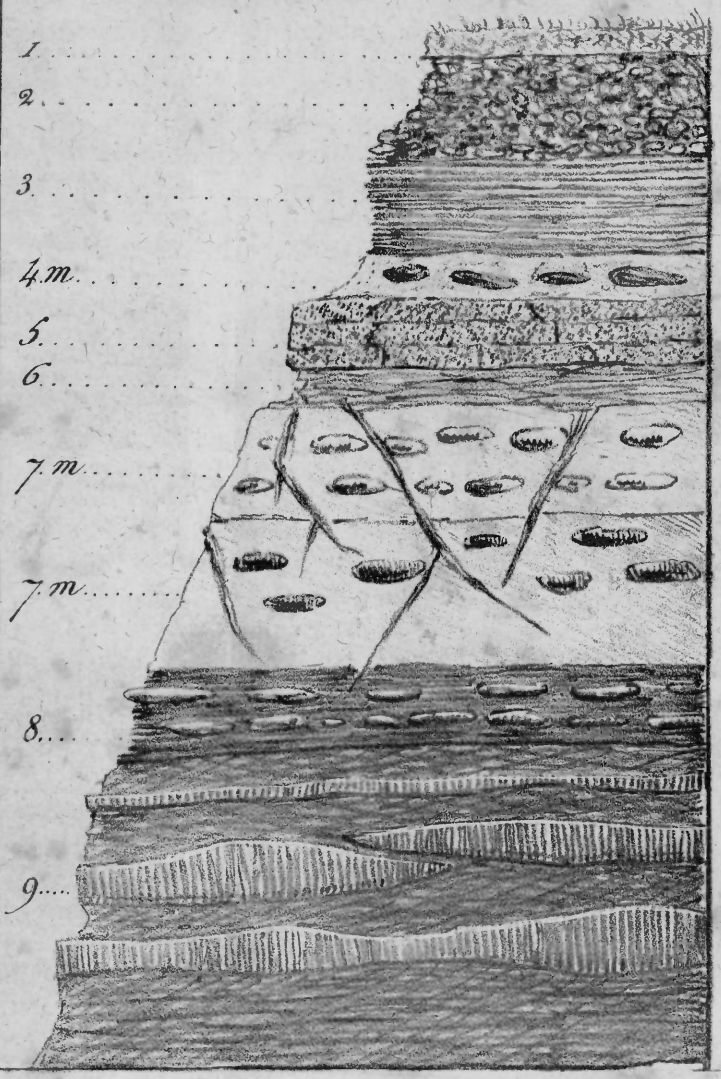


Boullemier.

Lith. de L. Constans à Sevres.

Annales des mines. 1822. Pl. IV.

Fig. 2.



Magnésite Siliceuse de Vallecas, près Madrid.

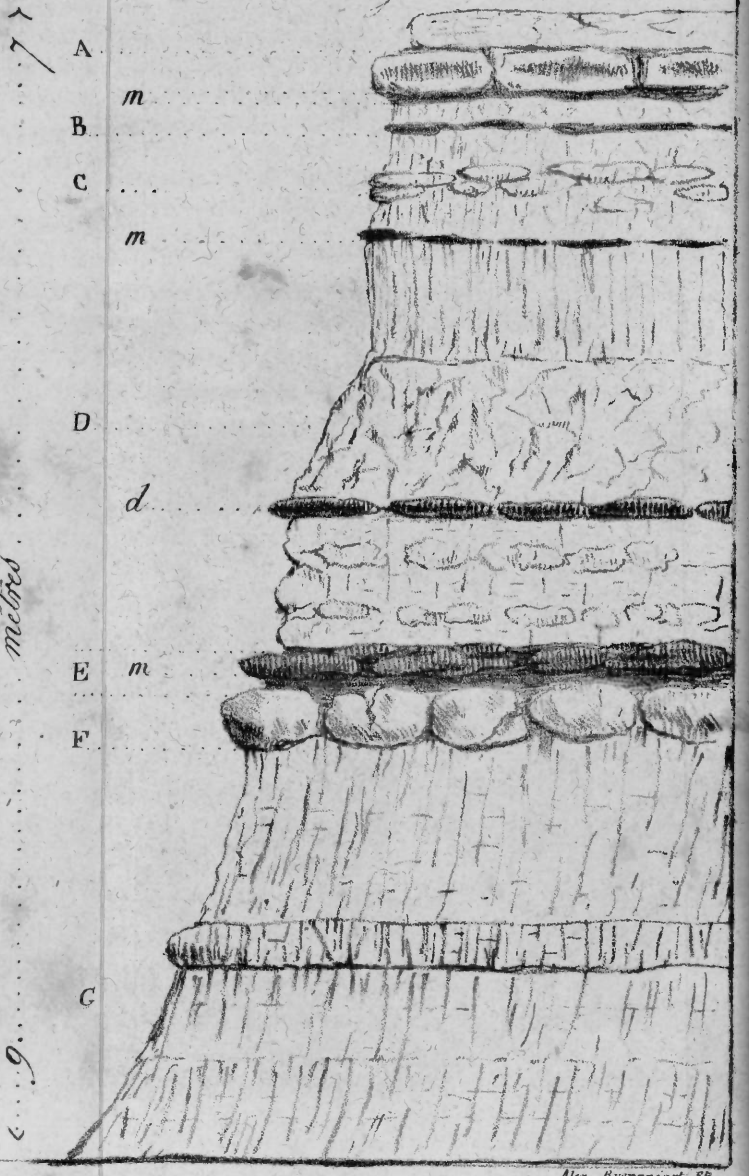


Fig. 1.

Alex. Brongniart Ft.

Magnésite Siliceuse dans le terrain Lacustre, à COULOMMIER

OBSERVATIONS

Sur un essai de carte géologique de la France, des Pays-Bas et des contrées voisines;

Par J.-J. d'OMALIUS d'HALLOY (1).

Lorsque M. le baron Coquebert de Montbret était chargé de la direction de la statistique de la France, il avait conçu le projet d'une description générale de ce vaste état, qui fût établie sur des bases moins variables que les divisions politiques ou administratives, et qui évitât les répétitions que nécessitent toujours les descriptions particulières de chacune de ces divisions artificielles; il voulait, en conséquence, appuyer son travail sur une *division en régions physiques;* mais il sentait que les bassins hydrographiques, invariables à la vérité, n'étaient pas plus féconds en résultats généraux que les

(1) Ce mémoire a été composé à la fin de 1813; mais l'auteur, appelé quelque temps après à des fonctions administratives qui ne lui ont plus permis de s'occuper des sciences naturelles, a dû en retarder la publication jusqu'à présent; il espère que cette considération lui fera pardonner de ne pas avoir mis son travail au niveau des progrès que la géologie a faits depuis dix ans.

circonscriptions politiques ; il pensait, au contraire, que les seules divisions propres à atteindre le but qu'il se proposait, étaient celles déterminées par la nature du sol. En effet, c'est de cette circonstance que dépendent les productions d'un pays, et malgré les modifications que peuvent apporter les mœurs, les gouvernemens et les autres accessoires, les habitans sont en général dans une dépendance continuelle des productions de leur sol.

Un essai de ce genre, que j'avais publié en 1808, donna l'idée à M. de Montbret de m'engager à dresser une carte qui représentât les masses à terrains de diverses natures qui recouvrent le sol de la France ; il me promit en même temps de me diriger par ses conseils, de mettre à ma disposition les nombreux matériaux qu'il avait rassemblés dans le cours de ses longues études, et de me faciliter les moyens d'en acquérir de nouveaux, tant par la correspondance du Bureau de statistique, que par ses relations personnelles avec les minéralogistes les plus instruits, et notamment avec Messieurs les ingénieurs du corps des Mines de France (1).

J'accueillis avec empressement une proposition qui rentrait autant dans mes goûts, et qui mettait à ma disposition une réunion de ressources supérieures à celles dont peut-être aucun naturaliste n'avait joui ; mais je m'aperçus

(1) Il serait trop long de nommer ici toutes les personnes qui ont bien voulu nous fournir des matériaux pour ce travail, il faudrait y indiquer tous les savans et tous les observateurs que M. de Montbret et moi, nous avons eu occasion de voir.

bientôt des difficultés presque insurmontables de ce travail. Je reconnus qu'outre celles qui résultent de la nature même des choses, les renseignemens dont j'étais environné laissaient des lacunes immenses, que beaucoup d'observations qui remontaient à des époques antérieures aux progrès que la géologie a faits dans ces derniers temps devenaient inutiles, et que bien loin de pouvoir y suppléer par mes travaux personnels, il faudrait la vie entière de plusieurs hommes laborieux pour réunir les matériaux nécessaires. Ces obstacles m'eussent fait renoncer à l'entreprise, si d'un autre côté je n'avais senti que dans ce genre de travail il vaut mieux faire mal que de ne rien faire, puisqu'on peut dire, en quelque manière, que l'erreur y met sur le chemin de la vérité. J'ai pensé aussi que l'espèce de sacrifice que je faisais de mon amour-propre à l'avantage de la science, me donnerait des droits à l'indulgence. J'ai donc consacré sans relâche à ce travail le peu de temps que des devoirs étrangers à la science laissaient à ma disposition, et j'ai entrepris plusieurs voyages qui, trop rapides à la vérité pour me procurer une véritable connaissance des contrées que je parcourais, me donnaient au moins des moyens pour coordonner, sur un même plan, les observations des autres.

Deux points de vue principaux semblent conduire également à la division d'un pays en régions physiques déterminées par la nature du sol : l'un le considère géologiquement, c'est-à-dire par époque de formation ; l'autre ne l'envisage que sous le rapport de sa nature minéra-

logique, ou plutôt chimique. On croirait, au premier aperçu, que ce dernier moyen est celui qui atteint le mieux le but, puisqu'il semble le plus en rapport avec l'action que certaines terres exercent sur la végétation; mais, d'un autre côté, les différens états d'agrégation des substances qui composent le terrain, la position physique du sol, et d'autres circonstances qui tiennent aux époques de formations, exercent souvent une influence aussi marquée. C'est ainsi que les pâturages des Alpes pennines, les garrigues du Languedoc et les champs de la Beauce présentent de bien grandes différences dans leur aspect et leurs productions, quoique le sol y soit également de nature calcaire. On sentira aisément, au surplus, que la considération géologique est bien plus avantageuse pour le progrès de la science, qu'elle offre beaucoup plus d'intérêt à la curiosité générale, et que la faculté qu'elle laisse de réunir, selon les circonstances, plusieurs systèmes en un seul groupe, permet bien mieux de se passer des observations détaillées qu'exigeraient dans le cas contraire les changemens si fréquens que présente la nature des substances dominantes dans un terrain formé à une même époque.

On pourrait supposer que ce principe une fois adopté, il suffisait de prendre pour guide les divisions établies dans les livres de géognosie, et d'indiquer sur la carte les lieux où se trouvent les diverses formations déterminées par les auteurs systématiques; mais l'expérience m'a bientôt prouvé que je ne pouvais suivre cette marche si simple en apparence : car en admettant toutes les subdivisions établies dans les traités de géognosie, on multipliait infiniment les obstacles résultans du défaut d'observations suffisantes pour une aussi vaste étendue, et de la difficulté de rapporter à des termes communs les différens systèmes qui existent dans des pays éloignés. D'un autre côté, il arrive quelquefois que des terrains qui ont présenté de très-grands développemens dans certaines contrées se resserrent à tel point dans d'autres, qu'il n'est plus possible d'indiquer leur existence sur une carte générale.

Il a donc fallu sacrifier à l'uniformité le désir si naturel de présenter tous les détails qu'on possédait sur certaines contrées, sauf à les reproduire dans des mémoires particuliers; il a fallu imaginer également un système qui, en faisant abstraction d'une grande partie des divisions établies par les auteurs, conservât cependant les coupes les plus essentielles, et s'associât avec la manifestation des divers terrains dans les pays que je voulais représenter : on concevra aisément, en effet, que si des terrains particuliers se trouvent souvent resserrés de manière à ce que leur existence ne puisse être indiquée séparément sur la carte, et que d'ailleurs ces terrains aient des rapports généraux qui les distinguent des autres groupes, il vaudra mieux les représenter par un signe commun, plutôt que d'entreprendre une distinction qui ne peut se soutenir que dans un petit nombre de cas.

Guidé par ces considérations, et après un grand nombre de tâtonnemens, j'ai été conduit au système qui a servi de base à la carte dont

je hasarde la publication (1). Je suis loin de croire ce système à l'abri de tout reproche, ce ne serait jamais dans un premier essai qu'on atteindrait la perfection, si d'ailleurs la perfection pouvait se trouver dans les ouvrages des hommes. Aussi je suis persuadé que des considérations qui m'ont échappé, des rapports que je n'ai pas saisis et des faits qui me sont inconnus permettront bientôt d'améliorer cette ébauche.

Je n'entreprendrai pas, en ce moment, l'examen particulier des divers groupes de terrains indiqués sur la carte; mais je vais faire connaître les principes qui m'ont guidé pour former ces groupes.

L'ancienne division des *terrains en primitifs et secondaires*, c'est-à-dire *antérieurs et postérieurs* à l'existence des êtres organisés, ne pouvant plus s'accorder avec l'intime liaison qu'on a remarquée entre les terrains primitifs et certaines couches remplies de débris d'êtres vivans, la célèbre école de Freyberg a introduit une classe intermédiaire pour y placer ces dernières couches. Depuis lors, des observations nouvelles

(1) Le travail que j'ai fait de concert avec M. Coquebert de Montbret, contenant beaucoup plus de détails que ne peut en présenter la petite carte jointe à ce mémoire, nous avons pensé qu'il pourrait être utile de le publier sur une plus grande échelle: nous en avons, en conséquence, fait le sujet d'une autre carte plus étendue, sur laquelle M. de Montbret a consigné en outre divers renseignemens agricoles, tels que les limites des pays où l'on cultive la vigne, l'olivier et l'oranger. Cette carte se trouve chez M. Delamarche, géographe, à Paris, rue du Jardinet, n°. 13.

ont prouvé que ces terrains intermédiaires, au lieu d'être constamment postérieurs à toutes les roches qui avaient les caractères généraux assignés aux terrains primitifs, se trouvaient intercalés entre des roches cristallisées, qui ne recèlent aucune pétrification.

On peut déduire deux conclusions importantes de ces derniers faits : la première, c'est que la nature a pu reproduire des roches semblables à des époques différentes, et que par conséquent les caractères minéralogiques sont insuffisans pour déterminer les divisions géologiques. La seconde, c'est que des terrains considérés jusqu'à présent comme primitifs pourraient être postérieurs à ceux qui renferment des corps organisés : de sorte que, dans l'état actuel de nos connaissances, il devient très-difficile de distinguer les véritables terrains primitifs de ceux de transition, et que toute grande division partant de ce principe est d'une application difficile. On ne doit donc point être étonné si je propose de réunir ces terrains en une grande classe, que je désignerai par le nom de *terrains primordiaux*, qu'on a déjà employé pour indiquer une propriété moins exclusive que celle qu'on attribue au mot *primitif*.

Ces terrains ont un caractère bien important, c'est que leurs couches présentent des positions inclinées, bouleversées et souvent verticales. A la vérité, les terrains secondaires les plus anciens offrent aussi des circonstances de ce genre, mais moins généralement et d'une manière moins prononcée.

J'avais voulu indiquer sur la carte les prin-

cipaux systèmes qu'on distingue dans les terrains primordiaux ; mais après avoir successivement réduit le nombre de ces divisions, je me suis vu obligé de renoncer tout-à-fait à ce projet ; car indépendamment de ce que ces terrains présentent souvent dans un petit espace la réunion ou plutôt la confusion de plusieurs formations, je dois avouer que je trouve actuellement que les rapports géologiques de toutes ces divisions sont de la plus grande incertitude.

Il faut convenir, en effet, que nos moyens pour juger de l'âge relatif des terrains se réduisent en dernière analyse aux superpositions des couches. Tous les autres caractères que nous employons pour ces déterminations ne sont que des analogies tirées de l'observation des lieux où la superposition est évidente, et où rien n'annonce que la disposition primitive des couches n'a point été dérangée ; mais peut-on avoir une véritable confiance dans les superpositions qu'on observe dans les terrains primordiaux où les couches présentent souvent la position verticale ? C'est une opinion assez généralement adoptée, que ces couches ont eu originairement une position horizontale ou peu inclinée, et qu'elles doivent leur situation actuelle à quelques causes violentes : or, une cause assez violente pour faire prendre à une couche la position verticale, peut aussi bien lui avoir donné une inclinaison en sens contraire, et avoir par conséquent placé dessous ce qui était d'abord en dessus ; on peut admettre d'autant plus facilement cette superposition, que les nombreux accidens des couches inclinées annoncent que

leur bouleversement n'est pas le résultat d'une seule catastrophe.

Je sens bien que les partisans de l'antériorité exclusive des roches cristallisées peuvent rétorquer cet argument, en attaquant les conséquences que je tire de la position de quelques-unes de ces roches au-dessus de celles qui renferment des corps organisés ; mais s'ils accordaient ce principe, tout leur système s'écroulerait, puisque la série de formations qu'ils adoptent n'est fondée que sur ces superpositions, et que le caractère de l'absence des corps organisés n'est qu'un fait négatif peu important sous ce rapport, depuis que l'étude des terrains secondaires a prouvé que les dépôts de nature siliceuse et ceux abondans en parties cristallisées, contiennent ordinairement peu ou point de corps organisés, comme si les liquides où se faisaient ces dépôts avaient éloigné les animaux.

Les divisions ordinaires des terrains primordiaux ne pouvant s'appliquer à la représentation sur la carte des contrées dont je m'occupais, j'avais eu l'idée de leur en substituer une autre, fondée sur ce qu'on pouvait reconnaître, dans ces terrains, trois bandes qui se distinguent par des caractères particuliers. L'une de ces bandes, placée au nord, et qui comprend la Bretagne, les pays entre l'Escaut, le Weser et le Harz, est remarquable par l'abondance des ardoises et du calcaire de transition qui s'y trouvent.

L'autre, au midi, qui se compose des Pyrénées, de la montagne Noire et des Alpes, se distingue par une grande quantité de roches feuilletées contenant plus ou moins de talc.

Enfin, daus l'espace intermédiaire, on est frappé de l'abondance du granite dans les terrains primordiaux du centre de la France, des Vosges, de la forêt Noire, etc.

J'ai renoncé cependant à l'envie d'exprimer sur la carte ces distinctions qui s'associaient si bien avec la disposition géographique, parce que, dans l'état actuel de mes connaissances, je ne puis y rattacher aucune considération géologique, et qu'il se pourrait que ces distinctions provinssent seulement de ce que certains systèmes de roches, également communs aux trois bandes, se seraient plus développés dans l'une que dans l'autre.

En effet, si je veux chercher les plus anciennes de ces trois modifications, je porte d'abord mes regards vers les sommets des Alpes et des Pyrénées, qu'on a long-temps considérés comme les crêtes de l'ancien monde; mais je vois M. de Charpentier, qui pense (1) que le granite des Pyrénées est moins ancien que celui de Saxe; M. de Buch (2), qui croit que le granite du Saint-Gothard est superposé aux roches talqueuses et calcaires; et je remarque que les roches granitoïdes du Mont-Blanc ont beaucoup de rapport avec celles de la Tarentaise, que M. Brochant a démontré (3) appartenir aux terrains de transition. Si je descends ensuite dans le centre de la France pour y examiner un granite tout-à-fait semblable à ces roches de Saxe, qu'on regarde comme le terrain primitif le plus ancien, j'y remarque beaucoup d'analogie avec les roches qui, en Bretagne et dans le Cotentin, reposent, comme en Norwège, sur le terrain de transition, et une liaison intime avec des roches secondaires évidemment postérieure aux terrains de transition.

(1) *Journal des Mines*, tome XXXIII, page 101.

(2) Leonhard's, *Taschenbuch*, etc.; 6, Jahrgaug, seite 335.

(3) *Journal des Mines*, tome XXIII, page 322.

D'un autre côté, la réunion en un seul groupe de tous les terrains primordiaux, c'est-à-dire de ceux ordinairement appelés primitifs et intermédiaires, a offert la plus heureuse harmonie avec les considérations physiques et économiques qu'on peut déduire du travail qui fait le sujet de ce mémoire; car aux exceptions près qui résultent de la nature minéralogique de quelques roches particulières, de la disposition et de l'élévation du sol, du creusement des vallées et de l'existence de quelques dépôts superficiels, tous ces terrains présentent le même aspect, la même tendance à se couvrir de landes, de pâturages ou de forêts, la même difficulté à produire du froment; caractères qui se retrouvent également sur les ardoises de l'Ardenne, sur les granites du Limousin et sur les roches talqueuses des Alpes.

Les terrains secondaires ne présentent pas les mêmes incertitudes que les terrains primordiaux, les superpositions y sont évidentes, et quoiqu'une partie d'entre eux ait encore éprouvé les effets de l'inclinaison, ce n'est pas d'une manière aussi violente ni aussi irrégulière, on ne peut y supposer qu'une grande masse de terrain ait été véritablement retournée; la présence assez générale des corps organisés y donne beaucoup de moyens de comparaison entre des

contrées éloignées, sur-tout depuis les progrès brillans que cette connaissance a faits dans ces derniers temps. Cependant, la disposition par bassins particuliers qu'ont prise les liquides dans lesquels les formations les plus nouvelles se sont déposées, la tendance qu'ont ces terrains à changer d'aspect ou plutôt à développer un système aux dépens d'un autre, selon les contrées, laissent encore beaucoup de doutes à éclaircir.

Du reste, j'ai cru pouvoir distribuer ces terrains en cinq groupes, dont je vais esquisser les caractères généraux.

Le premier a pour type les roches connues, dans la géognosie allemande, sous le nom de *todte liegende* ou grès rouge, auxquelles je réunis le *macigno* des Toscans (1), et plusieurs terrains houillers, notamment ceux du centre de la France (2).

Ces terrains se lient si intimement avec les terrains primordiaux, qu'il est souvent bien difficile de tracer la ligne de démarcation, et ce qui est très-remarquable, c'est que cette liaison a également lieu avec tous les systèmes de terrains primordiaux. Il résulte de cette circonstance que, participant presque toujours de la nature et même de la couleur des roches primordiales qu'ils suivent immédiatement, ils présentent entre eux les plus grandes différences. C'est ainsi, par exemple, que s'ils succèdent au granite rouge, ils sont aussi de couleur rouge, et contiennent beaucoup de felspath; s'ils suivent des roches talqueuses, ils sont gris verdâtres et d'une composition analogue à celle de ces roches. Il paraît même que dans certaines contrées et notamment dans quelques cantons des Alpes, cette formation est représentée par des couches calcaires interposées entre deux terrains aussi calcaires, dont elles marquent la séparation, et dont elles ne se distinguent que par de légères différences dans la texture et dans la couleur; ce qui est cause que dans ces contrées on a beaucoup de peine à distinguer le terrain de transition du terrain secondaire.

Un autre caractère des terrains qui forment le groupe qui nous occupe en ce moment, c'est qu'ils renferment une grande quantité de roches à texture clastoïde et arénacée, c'est-à-dire composées de fragmens ou de grains plus ou moins gros et de nature plus ou moins distincte; ce n'est pas cependant que cette texture soit exclusive à cette formation, il y en a, au

(1) On appelle *macigno*, en Toscane, une roche composée de quarz, d'argile et de calcaire; c'est un grès argileux calcarifère qui, à cause de son abondance dans la nature et de la constance de sa composition, mérite une distinction particulière. Cette roche contient ordinairement d'autres substances, et notamment du mica, que je ne regarde pas comme essentiel à sa composition. Elle est très-abondante dans les Apennins, où elle caractérise un terrain particulier.

(2) Je ne cite pas ici un des terrains houillers les plus importans du continent européen, celui qui traverse le nord de la France et le midi des Pays-Bas, parce que ce terrain a tant de rapport avec le terrain primordial dans lequel il est intercalé, que je ne suis pas encore entièrement revenu de l'idée que j'avais avancée en 1808, que ces houilles devaient aussi être considérées comme un véritable terrain de transition. Au surplus, la question de savoir si ces houilles forment la dernière série des terrains primordiaux ou la première des terrains secondaires, est, pour ainsi dire, une question oiseuse, attendu qu'il n'existe pas de ligne de démarcation tranchée entre ces deux classes, qui se confondent par leurs extrémités.

contraire, dans presque tous les terrains; on peut dire même qu'il est rare de passer d'un terrain à un autre sans remarquer quelques couches qui ont cette texture particulière, mais à aucune époque ces roches n'ont été aussi abondantes ni aussi générales qu'à celle-ci. Cela n'annoncerait-il pas que cette époque est une des plus remarquables que nous offre l'étude du globe, et que par conséquent la division proposée ci-dessus est une des plus naturelles (1)?

Les roches classées dans ce premier groupe secondaire ne recouvrent pas ordinairement, à elles seules, de grandes étendues de pays; mais

(1) On considère ordinairement toutes les roches clastoïdes et tous les dépôts meubles comme des alluvions; mais ce que nous voyons des effets de l'eau s'accorde difficilement avec le transport de ces amas immenses qu'on suppose amenés de contrées éloignées. D'ailleurs lorsque nous examinons ces dépôts nous trouvons que plusieurs d'entre eux ne sont pas composés comme les terrains d'où l'on pense qu'ils proviennent, et s'ils contiennent les mêmes substances, la répartition de ces substances n'est nullement semblable, ce qui ne s'accorde guère avec l'hypothèse d'un transport purement mécanique; aussi l'on est souvent obligé, comme Saussure l'a été lorsqu'il s'occupait de la plaine de la Crau, de supposer la destruction totale d'un terrain particulier.

Si, d'un autre côté, nous examinons l'ensemble des dépôts clastoïdes, nous les voyons se lier intimement et par des passages insensibles avec des roches compactes et même avec des roches cristallisées. Ces diverses considérations me portent à croire qu'au lieu d'attribuer exclusivement l'origine de toutes les roches clastoïdes et de tous les dépôts meubles à de véritables transports, on peut aussi y voir les résultats de formations locales ordinaires, mais troublées par des mouvemens extraordinaires qui, détruisant, remaniant et *grenaillant*, pour ainsi dire, les matières qui se trouvaient déjà en place et celles qui se formaient, ont donné à ces dépôts les caractères particuliers qui les distinguent.

elles se montrent souvent dans les contrées où dominent les terrains primordiaux, principalement dans celles de granite. D'autres fois, elles ne se manifestent que dans les parties inférieures des massifs recouverts par les terrains plus nouveaux: de sorte que, sous le rapport de l'espace qu'elles occupent sur la carte, j'aurais dû les réunir à d'autres formations; mais leur importance géologique et leurs caractères distinctifs ne permettaient pas une semblable association.

Je réunis, pour former le second groupe, plusieurs systèmes de terrains, dont les plus importans ont été désignés par les noms de *zechstein*, ou ancien calcaire des Alpes, grès bigarré, *muschelkalk*, *quadersandstein* et calcaire jurassique (1).

Ces terrains sont souvent très-distincts, mais quelques-uns ont des rapports communs, qui justifient le rapprochement que leur position géographique en France m'a mis dans le cas de faire. Ils se lient, au surplus, si intimement avec ceux du groupe précédent, qu'il est bien difficile d'établir la ligne de séparation. Je crois même que si mon travail avait été plus spécialement appliqué à l'Allemagne, au lieu de l'être à la France, il aurait mieux valu ranger les deux premiers systèmes dans le groupe précédent; car il y a souvent du *zechstein* subordonné au grès rouge, et le grès bigarré constitue des régions qui ressemblent beaucoup à celles où domine le grès rouge.

Mais, d'un autre côté, le *zechstein* se présente

(1) Ce groupe correspond aussi aux terrains que j'ai souvent désignés par le mauvais nom d'*ancien calcaire horizontal*.

dans les Alpes, dans les Cevennes et dans les Pyrénées, avec des caractères qui le rapprochent tellement du *muschelkalk* et du calcaire jurassique, qu'il m'a paru préférable de le grouper provisoirement avec ces terrains, d'autant plus que les matériaux que je possédais sur la France, ne m'auraient pas donné les moyens de soutenir la distinction sur toute la carte. Je crois, au surplus, pouvoir avancer que le *zechstein* est très-peu abondant dans la partie de la France au nord des Alpes et des Cevennes, qu'il n'y existe, pour ainsi dire, que dans un état *rudimentaire*, et qu'il s'y confond presque toujours avec le terrain houiller ou avec des roches marneuses, qui sont probablement les représentans du grès bigarré, système qui est aussi fort peu développé dans ces contrées.

Je ne crois pas inutile, au surplus, de faire remarquer ici que les terrains rangés dans ce groupe présentent, en France, une circonstance assez remarquable; c'est que les couches qui sont au nord du Jura et des Cevennes sont à-peu-près horizontales, tandis que celles qui se trouvent dans le Jura, les Alpes, les Cevennes et les Pyrénées, ont constamment une certaine inclinaison que j'ai cru pouvoir désigner par l'expression d'*argûre*: cette différence paraît indépendante des époques de formations; mais il est possible qu'elle provienne de ce que les premières forment des collines et les autres des montagnes élevées.

La formation de la craie telle que je l'ai déterminée dans un mémoire précédent (1), c'est-

(1) *Annales des mines*, tome I, page 252.

à-dire en y comprenant les tuffeaux, les sables et les marnes qui se trouvent en dessous de la craie proprement dite, constitue le troisième groupe.

Je convieus que ce terrain, considéré sous le rapport purement géologique, n'est pas plus important que plusieurs de ceux que j'ai réunis dans le groupe précédent; mais j'ai cru devoir le distinguer sur la carte, à cause de l'étendue qu'il occupe en France et dans les Pays-Bas, où il forme, au milieu des terrains plus anciens, des espèces de golfes, qui se distinguent des contrées voisines par des propriétés physiques particulières.

Je réunis dans le quatrième groupe tous les terrains postérieurs à la craie, dont l'origine aqueuse n'est pas contestée. Ces terrains qui étaient peu connus, il y a quelques années, se retrouvent presque par-tout, et leur histoire forme actuellement une des parties les plus importantes de la géologie. Leur nombre et les differences qu'ils présentent réclameraient une subdivision, si leurs fréquentes superpositions ne rendaient la représentation de ces détails impossible sur une carte générale.

Du reste, ces terrains se distinguent, dans les diverses contrées où ils existent, par des différences notables, qui proviennent de ce que certains systèmes sont plus développés d'un côté que de l'autre; c'est ainsi que dans le nord de l'Allemagne et des Pays-Bas, ils forment des plaines sableuses, qui se confondent avec les sables de la craie. Dans le bassin de Paris, ce sont les couches calcaires qui dominent. Enfin,

dans les plaines arrosées par la Saône, le Rhône, le Pô, l'Aar, le Danube, etc., on est frappé de la quantité de fragmens arrondis qui se trouvent enfouis dans des dépôts sableux et argileux.

Les terrains volcaniques ont une origine trop différente des terrains ordinaires, et leur existence se rattache à des phénomènes trop remarquables, pour ne pas en faire mention dans une carte géologique, quelque resserré que pourrait être l'espace qu'ils occupent; mais l'établissement de ce groupe présentait beaucoup de difficultés, attendu que je ne savais où m'arrêter dans les roches qui ont plus ou moins de ressemblance avec les produits des volcans actuels. Maintenant que les savantes recherches de M. Beudant ont jeté une nouvelle lumière sur cette branche de la géologie, j'ai cru pouvoir me borner à classer à côté des produits des volcans modernes les deux systèmes désignés sous les noms de terrains trachytiques et de terrains basaltiques.

Mais il est à remarquer que ce groupe ne correspond pas, comme ceux qui précèdent, à une époque fixe de formation; car tandis que les terrains volcaniques se forment encore de nos jours, il est des trachytes et des basaltes plus anciens que certains terrains classés dans les groupes précédens.

L'exposition de ces divisions aura certainement fait sentir l'imperfection de notre nomenclature géologique, ses défauts sont généralement reconnus; mais on n'a cependant pas encore cherché bien efficacement à les corriger. Il faut convenir, en effet, que c'est une tâche difficile qui exigera beaucoup de connaissances

et des vues profondes dans celui qui s'en chargera : aussi, je n'ai pas la prétention de l'entreprendre ; mais comme j'ai été dans le cas d'établir quelques divisions nouvelles, j'ai cru convenable de les désigner par des mots nouveaux, et je me permettrai de consigner ici les principes qui m'ont guidé à cet égard; principes qui, peut-être, seront de quelque utilité à ceux qui entreprendront une révision générale de la nomenclature.

La première idée qui se présente lorsqu'il est question d'établir une nomenclature géologique française, c'est de traduire celle adoptée par la plupart des auteurs allemands; mais la différence des deux langues y met un obstacle insurmontable. En effet, la langue allemande jouit, comme la langue grecque, de la faculté de grouper des mots pour en former de nouveaux, qui, une fois créés, peuvent recevoir des applications contraires à leur signification étymologique. C'est ainsi, par exemple, que les auteurs allemands emploient sans inconvénient le mot de *grau-wacke* (wacke grise) pour désigner une roche qui est très-différente de la wacke, et qui est très-éloignée d'être constamment de couleur grise. En français, au contraire, il serait impossible de ne pas associer au mot de *wacke grise* l'idée d'une variété de couleur grise de l'espèce wacke. On éviterait cet inconvénient en employant en français les noms allemands tels qu'ils sont; mais la grande différence dans la forme et la prononciation de ces langues rend aussi ce moyen très-défectueux.

La tolérance sur la signification étymologique

des noms permet encore aux Allemands de désigner les divisions géologiques par le nom minéralogique d'une roche ordinairement dominante. Ce moyen, qui a été assez généralement transporté dans la géologie française, y présente les mêmes inconvéniens que les noms dont la signification n'est pas exacte et a souvent donné naissance à beaucoup de malentendus. C'est ainsi que nous nous trouvons arrêtés, lorsque nous devons dire que la formation du calcaire des Alpes n'est composée, dans tel endroit, que de couches de grès et de schistes.

Il n'y a pas même jusqu'aux noms tirés d'une circonstance géologique, bonne par elle-même, qui ne deviennent quelquefois défectueux : le nom de *terrain à cérite*, par exemple, donné à l'une des formations des environs de Paris, nous embarrasse lorsqu'il faut l'appliquer à un système de couches qui ne contient pas de cérites, et donne involontairement l'idée que c'est la seule formation qui contienne des fossiles de ce genre ; ce qui n'est pas conforme à la réalité.

Les meilleurs noms sont ceux qui, faciles à prononcer, n'emportent avec eux aucune signification étymologique ; mais on a de la répugnance à en créer de semblables, et l'usage constant des personnes qui maintenant cultivent les sciences, est de n'employer que des mots qui expriment un caractère de la chose qu'on veut nommer. Cet usage, au surplus, ne présente pas de grands inconvéniens quand cette signification est pour ainsi dire masquée par une forme antique, qui évite l'application trop exclusive qu'on voudrait en faire : c'est ainsi, par exemple, qu'en minéralogie notre oreille ne sera

jamais blessée du nom de *néphéline*, quand bien même on découvrirait des variétés de cette substance qui seraient privées de l'apparence nuageuse qui a déterminé cette dénomination.

Il est encore une circonstance d'un autre genre, qui me paraît très-propre à servir de base à des noms de divisions géologiques, sur-tout pour les systèmes d'un ordre secondaire, c'est celle d'un gisement qui a acquis quelque célébrité, soit par une exploitation économique, par une première observation ou par une bonne description.

Voici, au surplus, les noms que je propose de donner aux cinq groupes que j'ai cru devoir établir dans les terrains secondaires.

J'appellerai le premier *terrains pénéens*, mots qui ne sont pour ainsi dire que la traduction de *todteliegende*, et qui peuvent en outre être considérés comme rappelant la circonstance que les couches les plus caractéristiques sont ordinairement *pauvres* en débris d'animaux.

Le second groupe sera désigné par le nom de *terrains ammonéens*, mots qui rappelleront que tous les systèmes dont il se compose ont été formés à une époque où existaient les animaux si remarquables qu'on appelle ammonites.

Le troisième, qui correspond à ce qu'on a déjà appelé formation de la craie, sera désigné par le nom de *terrain crétacé* (1).

(1) Il est à remarquer que dans une division moins appropriée à la géographie physique de la France, il y aurait lieu à réunir ce petit groupe au précédent, et que dans ce cas, la dénomination de terrains ammonéens pourrait d'autant mieux être conservée, qu'il existait encore des ammonites

Le nom de *mastozootique*, appliqué au quatrième groupe, rappellera que c'est dans le sein de ces terrains qu'on a trouvé ces ossemens de mammifères, dont l'étude a donné lieu au beau travail qui a, pour ainsi dire, créé la géologie parmi nous.

Enfin, le cinquième groupe sera désigné par le nom de *pyroïde*, qui, sans donner rien d'affirmatif sur la manière dont ces terrains ont été formés, annoncera qu'ils ressemblent tous à ceux qui ont une origine ignée démontrée.

Il ne suffisait pas de déterminer le système de division des terrains, il fallait aussi s'occuper de la manière de les représenter sur la carte. Or, on est maintenant convenu de l'imperfection du système qui consiste à indiquer, par des signes particuliers et isolés, les substances minérales qui existent dans certains lieux, et on a reconnu que la meilleure manière de présenter des résultats à l'œil était d'indiquer les diverses formations au moyen de teintes plates.

Mais on ne peut cependant dissimuler que l'existence de plusieurs terrains dans une étendue peu considérable, et sur-tout leurs superpositions successives, ne donnent lieu à beaucoup de difficultés; car on conçoit qu'une formation très-importante dans un pays peut y être presque constamment recouverte par un autre terrain, et s'y manifester d'une manière qui ne pourrait

quand la craie a été formée. Cette dénomination et celle de terrains pénéens pourraient aussi se maintenir dans le cas où le *zechstein* et le grès bigarré passeraient dans le premier groupe; car ces deux systèmes ne sont pas ordinairement très-riches en débris d'animaux.

être représentée sur un plan horizontal que par un espace infiniment petit, ou même tout-à-fait nul. Cette difficulté peut se corriger dans les descriptions spéciales par des coupes, qui font apercevoir la nature intérieure du terrain; mais on sent que ce moyen ne peut être mis en usage dans une carte de l'étendue de celle qui accompagne ce mémoire. Il est donc nécessaire de faire observer que les distinctions portées sur cette carte sont loin d'annoncer coustamment des limites tranchées, on sait que la nature agit rarement de cette manière; mais on doit les considérer comme indiquant seulement que tel terrain est ce qu'il y a de plus abondant dans certaines contrées, sans exclure l'idée que ce terrain y soit accompagné d'autres formations.

C'est ainsi, par exemple, que quoique le passage des terrains primordiaux aux terrains secondaires ait rarement lieu sans offrir des dépôts pénéens, on n'a représenté ces derniers que dans les lieux où l'on savait qu'ils recouvraient, à eux seuls, une surface assez étendue pour ne point surcharger la carte de détails qui nuiraient à l'ensemble.

On n'a pu de même faire attention aux lambeaux de terrains mastozootiques qui se trouvent sur presque toutes les autres formations, ni à ces dépôts superficiels de matières meubles qui, en général, recouvrent presque tous les terrains sur lesquels la végétation a pu s'établir.

D'un autre côté, la plupart des observations qui ont servi à la rédaction de la carte pour ce qui concerne le midi de la France, remontant à une époque où l'on n'avait pas encore des idées très-nettes sur les divisions établies main-

tenant dans les terrains calcaires, cette partie du travail a grand besoin d'être révisée. On doit également considérer ce qui est relatif aux Alpes, aux Pyrénées et aux Cevennes, comme un aperçu de la manière dont je conçois la constitution géologique de ces montagnes, plutôt qu'une représentation exacte des lieux où les divers terrains se manifestent; car indépendamment de ce que les observations manquent à ce sujet, on sait que les pays de montagnes se prêtent rarement à ces démarcations. J'ajouterai enfin que le nord de l'Allemagne n'a été indiqué sur la carte que d'après les observations publiées par les auteurs allemands, et en vue seulement de mieux présenter l'ensemble et la liaison des diverses masses de terrains.

Sur la nature des scories des forges catalanes et des foyers d'affineries;

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

J'ai fait voir, il y a déjà long-temps (1), que les scories de forges sont essentiellement composées de silice et de protoxide de fer, et j'ai conclu des analyses que j'ai rapportées, qu'en général la richesse de ces scories est telle que, si on les fondait au haut-fourneau, on en retirerait autant de fer que des meilleurs minerais. Je ne pense pas que l'exactitude de cette conséquence puisse être contestée; cependant comme il convient de l'appuyer sur le plus grand nombre de faits possible, afin d'éveiller l'attention des maîtres de forges, en leur enlevant tout prétexte de doute, je crois à propos de revenir sur ce sujet, et de rendre publiques diverses analyses de scories qui ont été faites au laboratoire de l'École des Mines dans ces derniers temps.

Je distinguerai quatre espèces de scories :

1°. Scories provenant du travail des anciens;

2°. Scories provenant des forges catalanes actuelles;

3°. Scories provenant des grosses forges d'affinerie;

(1) Analyse de quelques produits de forges, etc., *Journal des Mines*, tome XXIII, page 177.

Analyse des minerais de fer de la vallée des Arques, et des scories des forges qu'ils alimentent, *Journal des Mines*, tome XXVII, page 193.

4°. Scories provenant des petites forges d'affinerie.

Toutes ces scories ont à-peu-près le même aspect ; elles sont pesantes, plus ou moins boursoufflées, dures, d'un noir foncé un peu métalloïde : leur cassure est presque toujours cristalline, et il se trouve même quelquefois des cristaux réguliers dans les cavités : elles font tourner vivement le barreau aimanté ; mais elles ne sont pas assez magnétiques pour que leur poussière puisse s'attacher à ce barreau ; elles contiennent souvent des particules de fer métallique en mélange ; on en sépare aisément ces particules de fer en pulvérisant et en passant au tamis de soie ; le fer s'aplatit sous le pilon et reste sur le tamis ; s'il en passe quelques petits grains avec la poussière, on les enlève à l'aide d'un barreau aimanté.

Les scories de forges font gelée avec les acides forts ; elles donnent du gaz nitreux avec l'acide nitrique, et lorsqu'elles sont bien pures, l'acide sulfurique et l'acide muriatique les attaquent sans dégagement de gaz hydrogène.

Il y a des scories qui fondent bien au creuset brasqué sans addition ; mais en général il faut y ajouter du carbonate de chaux pour les faire fondre : les plus pauvres en exigent 0,15 à 0,20, les plus riches 0,10 à 0,15 au plus.

Les procédés d'essai et d'analyse ayant été déjà décrits plusieurs fois, je ne m'y arrêterai pas, et je vais exposer immédiatement les résultats que j'ai à faire connaître.

Scories des anciens.

Avant l'invention des hauts-fourneaux, on traitait les minerais de fer par une méthode analogue à la méthode catalane, dans de très-petits foyers de forges, qui recevaient le vent de soufflets mus à bras d'homme. On établissait ces foyers dans des lieux où il se trouvait à-la-fois du bois et du minerai, et dès que l'un ou l'autre était épuisé on transportait l'usine ailleurs. On ne pouvait traiter ainsi que des minerais en roche et les minerais d'alluvion les plus riches. Il est résulté de ce travail des scories dont on trouve des monceaux énormes dans une multitude d'endroits, et particulièrement sur les plateaux où l'on exploite encore aujourd'hui des minières. Ces scories sont en général peu boursoufflées : elles paraissent avoir été très-fluides, et elles ne renferment presque jamais de fer métallique. Le tableau suivant fera voir la composition de six échantillons recueillis dans diverses parties du royaume.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Silice.	0,295	....	0,224	....	0,300	0,192
Chaux.	0,005	....	....	....	0,024	0,006
Alumine.	0,080	....	....	....	0,018	0,044
Protoxide de manganèse.	0,030	....	....	....	0,014	0,000
Protoxide de fer. .	0,590	....	....	....	0,656	0,744
	1,000	....	....	....	0,992	0,986
Fonte à l'essai. . .	0,450	0,368	0,478	0,500	0,475	0,574
Oxigène et charb..	....	0,122	0,138	0,137	0,148	0,184
Autres matières. .	....	0,510	0,384	0,363	0,377	0,242

(1) De Saint-Amand (Nièvre). Il y en a des

tas considérables tout auprès de cette petite ville, qui se trouve au milieu d'un terrain couvert de grès ferrugineux.

(2) De Colmery, près Donzy (Nièvre). Colmery est un village situé sur un plateau où l'on exploite des minerais de fer en grains très-riches. Cette scorie a bien fondu avec 0,20 de carbonate de chaux.

(3) Du Fayard, près Allevard (Isère). On les appelle, dans le pays, scories des Sarrasins : elles proviennent certainement du traitement du fer spatique. Elles fondent bien avec 0,15 de carbonate de chaux.

(4) Des environs de Poulaouen (Finistère). Elle a bien fondu avec 0,20 de carbonate de chaux; elle devait contenir un peu de fer métallique.

(5) De Saint-Martial (Dordogne). Elle a bien fondu avec 0,15 de carbonate de chaux.

(6) Des environs de Rouen, à moitié chemin de Dieppe. Elle a bien fondu avec 0,15 de carbonate de chaux.

Scories des forges catalanes.

Les scories des forges catalanes actuelles sont en général moins riches que les scories des forges des anciens. On en jugera par le tableau suivant, qui présente la composition de deux scories des usines de l'Ariège, et de quatre scories des usines de l'Isère.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Silice.	0,290	0,270	0,416	0,238	0,333	0,496
Chaux.	0,088	0,134	0,010	0,0 0	....	0,018
Magnésie.	0,015	0,018	0,034	0,016	0,024	0,020
Alumine.	0,032	0,010	0,020	0,074	0,030	....
Protoxide de manganèse..	0,176	0,192	0,078	0,032	0,033	0,040
Protoxide de fer. .	0,377	0,362	0,442	0,300	0,567	0,430
Fer métallique. . .	....	....	....	0,310	....	....
	0,976	0,986	1,000	1,000	0,977	1,004
Fonte à l'essai. . .	0,300	0,321	0,360	0,545	0,440	0,340
Oxigène et charb..	0,100	0,103	0,104	0,108	0,135	....
Autres matières. .	0,600	0,576	0,536	0,347	0,425	....

(1) Scories des forges de Vicdessos (Ariège) produites au commencement d'une opération. Elles ont bien fondu sans addition. La fonte devait contenir un peu de manganèse.

(2) *Idem*, produites à la fin de la même opération. Elles ont bien fondu sans addition. La fonte devait contenir un peu de manganèse.

On traite dans les forges de Vicdessos les minerais de Rancié, qui sont des hématites manganésifères, dont la gangue est calcaire et argileuse.

(3) Scories de la forge de Pinsot (Isère), produites dans les premiers essais faits à cette forge. Elles ont bien fondu avec 0,40 de carbonate de chaux.

(4) (5) et (6) *Idem*, produites dans une opération récente.

(4) Le travail allant bien; elles ont fondu avec 0,15 de carbonate de chaux.

(5) Le travail allant médiocrement, dites *scories bleues*, parce qu'elles sont d'un noir bleuâtre. Elles ont fondu avec 0,20 de carbonate de chaux.

(6) Le travail allant mal, dites *scories blanches*, parce qu'elles deviennent blanches après un certain temps d'exposition à l'air.

On traite à Pinsot des minerais de fer spatique choisis, et des minerais de fer décomposés connus sous le nom de *mines douces*. On ne retire de ce mélange que 0,20 à 0,22 de fer, et encore souvent n'est-ce pas sans éprouver de grandes difficultés dans le travail que l'on obtient ce produit. M. Chaper, à qui l'usine appartient depuis deux ans, a fait toutes les tentatives imaginables pour perfectionner le procédé et pour en rendre le succès moins éventuel; mais il est à craindre qu'il ne retire aucun fruit de ses efforts. Il se propose de faire connaître, par la voie de l'impression, le résultat des nombreux essais qu'il a exécutés. Les observations d'un maître de forge aussi actif et aussi éclairé ne pourront qu'être très-intéressantes et très-utiles à l'avancement de l'art (1).

En comparant les scories des forges de l'Ariège aux scories de la forge de Pinsot, on est conduit à attribuer le mauvais succès de cette dernière usine à ce que les minerais qu'on y traite, n'ayant que du quarz pour gangue, ne sont pas d'ailleurs assez riches. En effet, les scories ne pouvant dans ce cas avoir la fluidité nécessaire

(1) M. Chaper est un ancien élève de l'École polytechnique, et il a suivi les cours de l'Ecole des mines en qualité d'élève externe.

pour que le travail aille bien, qu'autant qu'elles contiennent une proportion considérable d'oxide de fer, il en résulte que la portion de cet oxide qu'elles enlèvent aux minerais est très-grande, et qu'elle l'est d'autant plus que celui-ci renferme plus de quarz. D'après cela on voit que le produit en fer métallique doit diminuer en même temps dans une progression très-rapide, puisque deux causes concourent à l'atténuer; savoir, d'appauvrissement du minerai et l'absorption de l'oxide de fer par le quarz. Si, par des manipulations convenables, on cherche à réduire la richesse des scories, on n'y trouve aucun avantage, car alors celles-ci sont pâteuses: elles ne sortent que très-difficilement du creuset, et elles entraînent avec elles une grande quantité de particules de fer métallique; le travail devient très-pénible et la consommation de charbon augmente beaucoup.

Dans les minerais de l'Ariège, les substances mêlées à l'oxide de fer se composent principalement de silice, de chaux et d'oxide de manganèse: or, l'oxide de manganèse agissant comme fondant au moins aussi énergiquement que l'oxide de fer, ces substances doivent former entre elles un silicate double déjà fusible par lui-même; elles n'ont par conséquent pas besoin d'absorber une aussi grande proportion d'oxide de fer que le quarz pur pour acquérir une parfaite liquidité.

Scories de grosses forges.

On appelle grosses forges celles dans lesquelles on convertit la fonte en fer par une seule opération. Le procédé qu'on suit dans les grosses forges se modifie de diverses manières, et donne naissance à plusieurs méthodes; mais on en distingue deux principales, la méthode de Franche-

Comté et la méthode du Berry. Par la méthode de Franche-Comté, on fait le masseau et on le chauffe pour l'étirer en barres dans le même foyer : pour obtenir 1000 kilogr. de fer, on consomme 1450 à 1500 kilogr. de fonte et 12 à 13 mètres cubes de charbon. Par la méthode du Berry, on fait les *masseaux* ou *encrénés* dans un foyer d'affinerie, et on les chauffe dans un autre foyer pour les marteler. Pour obtenir 1000 kilogr. de fer, on consomme 1470 kilogr. de fonte, et 13 à 14 mètres cubes de charbon ; savoir, les $\frac{17}{24}$ pour l'affinage, et les $\frac{7}{24}$ pour l'étirage. Les encrénés éprouvent un déchet d'un neuvième de leur poids dans l'étirage. La première méthode est plus économique que la seconde, aussi est-elle presque généralement adoptée ; mais on prétend que la méthode du Berry donne du fer beaucoup plus doux.

Le tableau ci-dessous fait voir la composition ou la richesse des différentes scories qui se produisent dans chacune de ces méthodes. Je désigne, selon l'usage, par le nom de *laitiers clairs* les scories qui coulent par le *trou de chio*, et par *sornes* les scories très-poreuses et très-mélangées de fer métallique qui s'attachent au fond du creuset, et qu'on enlève avec les ringards à la fin de chaque opération.

	MÉTHODE DE FRANCHE-COMTÉ.						MÉTHODE DU BERRY.		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Silice.	0,164	0,088	.....	0,162	0,185	.....	.....	.....	.....
Chaux.	0,030	0,022	.....	0,032	0,020	.....	.....	.....	.....
Magnésie . . .	.....	0,010	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Alumine. . . .	0,012	0,020	.....	0,014	0,013	.....	.....	.....	.....
Prot. de mang..	0,006	0,025	.....	0,014	0,020	.....	.....	.....	.....
Prot. de fer. . .	0,790	0,840	.....	0,778	0,752	.....	.....	.....	.....
Fer métallique.	.....	.....	.....		.....	.....	.....	.....	.....
	1,002	1,005	.....	1,000	0,990	.....	.....	.....	.....
Fonte à l'essai..	0,610	0,644	0,600	0,610	0,570	0,500	0,535	0,500	0,600
Oxig. et charb	.....	0,189	0,180	0,166	0,172	0,224	0,176	0,216	0,146
Autres matières.	.....	0,167	0,220	0,222	0,258	0,276	0,289	0,284	0,254

(1) Laitier clair de la forge de Frettevale (Loir-et-Cher).

(2) Laitier clair des forges de Guérigny (Nièvre).

(3) Laitier clair des forges de Perrecy (Saône-et-Loire).

(4) Laitier clair des forges de Framont (Vosges). On croit y avoir trouvé un peu d'acide phosphorique.

(5) Laitier clair de la forge de Messarges (Allier).

(6) Sorne de la même forge. On en a séparé 0,36 de fer métallique avant d'en faire l'essai : elle était mêlée de beaucoup de charbon qui se trouve compris dans l'oxigène.

(7) Laitier clair d'affinerie de la forge de Bigny (Cher).

(8) Laitier clair de chaufferie de la même forge.

(9) Sorne de la même forge.

Ces scories ont toutes bien fondu avec 0,10 de carbonate de chaux. On voit que leur richesse moyenne est d'environ 0,55. Elles ne contiennent que du protoxide de fer et du fer métallique : comme on n'a déterminé la proportion de l'oxigène que d'après la perte de poids dans l'essai, cette proportion se trouve quelquefois un peu exagérée, parce qu'elle comprend presque toujours en même temps un peu de charbon, qui se trouve mêlé dans la scorie.

Scories de petites forges.

La méthode d'affinage que l'on pratique dans les petites forges comprend deux opérations distinctes, le mazéage, et l'affinage proprement dit : le mazéage, consiste à faire fondre la gueuse dans un foyer de forge, et à la couler ensuite en plaques minces que l'on brise en morceaux ; l'affinage proprement dit s'exécute sur la fonte mazée par la méthode de Franche-Comté, mais dans des foyers très-petits. Pour obtenir 1000 kilogr. de fer, on consomme 1325 kilogr. de fonte et 16, $\frac{1}{2}$ mètres cubes de charbon ; savoir, le tiers au plus pour le mazéage et le reste pour l'affinage.

On voit, d'après ce qui précède, que, dans les petites forges, on consomme moins de fonte et plus de charbon que dans les grosses forges. En outre, si d'un côté l'on obtient, dans les petites forges, du fer de petit échantillon, qui a plus de valeur que les barres de fortes dimensions qui sortent des grosses forges, d'un autre côté le fer des petites forges est toujours dur et un peu aciéreux, et n'a jamais l'homogénité et la parfaite malléabilité du fer des grosses forges : dans une grosse forge, la fabrication est beaucoup plus considérable que dans une petite forge, à nombre égal de feux ; mais une petite forge peut rouler avec un cours d'eau qui ne suffirait pour faire mouvoir les artifices nécessaires à une grosse forge que pendant une très-petite partie de l'année. On ne saurait donc dire lequel est le plus avantageux de travailler en grosse forge ou en petite forge : le choix à faire entre ces deux méthodes dépend des circonstances et des localités.

J'ai essayé différentes scories de petites forges qui m'ont donné les résultats suivans :

	MAZÉAGE.			LAITIERS CLAIRS.				SORTE.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Fonte à l'essai..	0,400	0,497	0,570	0,460	0,510	0,470	0,470	0,700
Oxig. et charb..	0,169	0,162	.....	.....	0,216	0,174	0,150	.....
Autres matières	0,431	0,341	.....	.....	0,274	0,356	0,380	.....

(1) Scories de mazéage de la forge de Gué-d'Heuillon (Nièvre). Elles ont fondu avec 0,15 de carbonate de chaux.

(2) Scories de mazéage de la forge de Vendenesse (Nièvre). Elles ont fondu avec 0,20 de carbonate de chaux.

(3) Scories de mazéage de la forge de Sauvigny (Nièvre). On en a fait une analyse complète, qui a donné :

Silice	0,198
Chaux	0,018
Alumine	0,012
Protoxide de manganèse	0,036
Protoxide de fer	0,740
	1,004

(4) Laitier clair de la forge de Gué-d'Heuillon (Nièvre). On l'a fondu avec 0,15 de carbonate de chaux.

(5) Laitier clair de la forge de Vendenesse (Nièvre). On l'a fondu avec 0,20 de carbonate de chaux.

(6) Laitier clair de la petite forge de Bigny (Cher). On l'a fondu avec 0,15 de carbonate de chaux.

(7) Laitier clair de la forge de Lépeaux (Nièvre). On l'a fondu avec 0,15 de carbonate de chaux.

(8) Sorne de la forge de Gué-d'Heuillon (Nièvre). Elle était remplie de particules très-fines de fer métallique.

Les maîtres de forges savent depuis long-temps que les scories d'affineries sont presque toujours mêlées d'une certaine quantité de fer métallique; aussi sont-ils dans l'usage de repasser les *sornes* au feu pendant l'opération de la fusion de la gueuse; les plus industrieux ont même le soin de les boccarder et de les laver toutes pour en séparer le fer. Ils savent aussi qu'elles sont très-fondantes, ce qu'ils appellent *chaudes*, c'est-à-dire propres à faire fondre les matières terreuses: c'est à cause de cela qu'ils en jettent quelques pelletées dans le creuset lorsqu'il est engorgé par des durillons de laitier; mais jusqu'ici la plupart d'entre eux paraissent avoir eu peine à se persuader qu'elles pussent contenir du fer à l'état d'oxide comme les minerais, et sur-tout que cet oxide pût s'y trouver en proportion considérable; j'espère qu'il ne leur restera plus aucun doute à cet égard, et qu'ils ne

craindront plus désormais de faire des essais pour chercher à tirer parti de ces riches matières, en les fondant dans des hauts-fourneaux de la même manière que des minerais ordinaires. Ces essais, ayant pour unique objet de faire connaître quelles sont parmi les substances dont on peut disposer dans chaque localité, celles qu'il convient d'employer comme fondans, sont d'ailleurs extrêmement simples, et ne peuvent ni entraîner dans des dépenses considérables, ni occasionner des accidens fâcheux. On en a déjà entrepris quelques-uns en divers lieux, et ils ont toujours eu un plein succès (1). J'indiquerai tout-à-l'heure quelques principes qui pourront guider dans leur exécution; mais auparavant je vais donner une idée des avantages que l'emploi des scories pourrait procurer aux maîtres de forges.

Avantage qu'il y aurait à fondre les scories.

La fonte éprouve dans l'affinage un déchet qui varie du cinquième au tiers de son poids; ce déchet comprend les petits fragmens de laitier et les matières terreuses et charbonneuses dont elle est mélangée; mais on peut admettre sans crainte d'exagération que, terme moyen, elle cède aux scories une quantité de fer qui équivaut au cinquième de son poids. Si donc on parvenait à retirer cette quantité de fer des scories en les fondant au haut-fourneau, il en résulterait que dans une usine où l'on adopterait cette mé-

(1) J'ai vu fondre des scories de forge au haut-fourneau, il y a déjà long-temps, dans quelques usines de la Savoie. J'ai aussi déterminé plusieurs maîtres de forge de la Nièvre et de Saône-et-Loire à en mêler avec leurs minerais, et ils s'en sont très-bien trouvés.

thode sans chercher à augmenter la fabrication, ces scories remplaceraient le cinquième du minerai que l'on y consomme habituellement : or la consommation de minerai s'élevant en général à environ six pipes par millier métrique de fer, et la valeur de la pipe étant, terme moyen, de 10 fr., on voit que l'emploi des scories donnerait aux maîtres de forges un surcroît de bénéfice de 12 fr. par millier métrique de fer. Ainsi dans un établissement composé d'un haut-fourneau et d'un nombre de feux de forges suffisant pour affiner toute la fonte que produirait ce fourneau, et dans lequel on pourrait fabriquer annuellement 500 milliers métriques de fer, ce surcroît de bénéfice serait, aussi annuellement, d'environ 6000 fr.

La plupart de nos usines, étant déjà anciennes, sont encombrées de tas de scories qui s'y sont accumulées. Si les maîtres de forges fondaient ces scories, ils pourraient, en les ménageant et en les mêlant avec des minerais, par exemple, à parties égales, s'assurer pour long-temps une augmentation de bénéfice d'au moins 30 fr. par millier métrique de fer.

Il y a des contrées couvertes de bois où l'on a établi un grand nombre de forges pour consommer ce combustible, et où, à défaut de minerais, il n'existe pas de hauts-fourneaux. On est obligé d'y apporter la fonte de lieux souvent très-éloignés. Un haut-fourneau dans lequel on fondrait des scories de forges, placé au milieu d'une telle contrée, donnerait de très-grands bénéfices; car le propriétaire de ce fourneau, outre qu'il

aurait, sur les propriétaires des autres fourneaux, l'avantage de ne dépenser presque rien en frais de transport pour livrer sa fonte aux maîtres de forges, ferait encore une économie de près de 40 fr. par millier métrique de fonte, à raison de ce qu'il n'aurait point à acheter de minerai. Un haut-fourneau situé à proximité de forges qui fabriqueraient ensemble 2500 milliers métriques de fer, pourrait rouler toute l'année en n'employant que les scories qui proviendraient de ces forges : et ces scories équivaudraient à une quantité de minerai dont la valeur serait de près de 25,000 fr.

Les scories des anciens pourraient aussi être traitées au haut-fourneau avec beaucoup de profit, puisque leur produit moyen serait d'à-peu-près 0,45 de fonte : leur abondance est telle dans les lieux où elles se trouvent, qu'elles dispenseraient pendant long-temps d'employer du minerai ; mais elles ne donneraient pas d'aussi grands bénéfices que les scories d'affineries, d'une part parce qu'elles sont moins riches, et ensuite parce qu'étant toujours situées à une certaine distance des cours d'eau, il y aurait une dépense notable à faire pour les transporter aux usines. On peut évaluer qu'elles coûteraient aux maîtres de forges à-peu-près moitié de ce que leur coûte le minerai.

On consomme annuellement en France une masse de minerai dont la valeur est de 5 à 6 millions. Si l'on employait dans les hauts-fourneaux, par-tout où cela serait possible, les scories d'affineries de toutes sortes et les scories des anciens, cette consommation diminuerait d'un cinquième

au moins : on voit d'après cela combien il serait à désirer que tous nos maîtres de forges se décidassent à adopter cet usage.

Quant aux scories des forges catalanes, quoiqu'elles contiennent autant de fer que nos minerais d'alluvion ordinaires, comme il existe toujours près des lieux où on les obtient des mines qui fournissent en abondance des minerais extrêmement riches, je ne crois pas que l'on trouve jamais un grand avantage à les refondre.

J'ai supposé dans les calculs précédens que la fusion des scories coûterait autant que la fusion des minerais. En général il n'en serait pourtant pas ainsi ; car les scories étant beaucoup plus riches que les minerais, puisqu'elles pourraient rendre, l'une dans l'autre, 0,55 de fonte, tandis que le produit moyen des minerais n'est en France que de 0,30 à 0,33, on consommerait certainement moins de charbon pour obtenir une quantité déterminée de fonte en employant des scories, qu'en employant des minerais ; mais je n'ai pas eu égard à cette économie de combustible, afin d'éviter de rien exagérer : il m'aurait d'ailleurs été presque impossible de l'évaluer, même approximativement. En effet, s'il est vrai que plus un minerai est riche et moins il faut de charbon pour en obtenir une quantité de fonte déterminée ; d'un autre côté, l'expérience a démontré qu'à poids égaux les minerais riches consomment plus de combustible que les minerais pauvres, et que pour des minerais de même richesse, la consommation varie à raison de la nature de ces minerais. En sorte que quoiqu'il soit, en général, plus avantageux de fondre un minerai riche qu'un minerai qui l'est beaucoup moins, l'avantage n'est presque jamais proportionnel à la richesse.

Fondans.

Les scories de forge ne sont pas en général de nature à pouvoir être traitées au haut-fourneau sans addition, elles donneraient des laitiers qui ne seraient pas assez fusibles, il faut nécessairement y ajouter des fondans (1). Comme elles n'ont pas toutes la même composition, chacune d'elles exige des fondans, dont on ne peut déterminer l'espèce et la proportion que lorsque cette composition est connue. Il serait donc à désirer que l'on eût les moyens de faire cette recherche dans toutes les usines : malheureusement non-seulement ces moyens manquent généralement ; mais la plupart des maîtres de forges ne sont pas même pourvus du petit nombre d'objets qui sont nécessaires pour essayer un minerai de fer par la voie sèche. Ils prétendent que toutes les expériences faites en petit sont inutiles, si ce n'est même dangereuses. Je ne combattrai pas ce préjugé autrement qu'en faisant remarquer que si l'art de traiter le fer est celui de tous qui a le moins emprunté de secours aux sciences, c'est sans contredit aussi celui qui, depuis long-temps, a fait le moins de progrès.

Quoiqu'il soit impossible d'indiquer d'une

(1) Il y a cependant des scories de forges catalanes et quelques scories provenant de l'affinage de fontes très-manganésées qui fondraient probablement bien sans addition.

manière certaine l'espèce de fondant qu'il faut employer pour traiter une scorie de forge dont la composition n'est pas connue ; cependant le grand nombre d'analyses qui ont été faites, tant de ces scories que des laitiers des hauts-fourneaux, permet d'établir quelques préceptes généraux à cet égard. Je vais exposer ces préceptes et faire connaître la nature des diverses matières dont on peut se servir pour fondans.

Les laitiers des hauts-fourneaux sont tous composés de silice, de chaux, d'alumine, de magnésie et d'oxide de manganèse. Les laitiers qui ont un degré de fusibilité convenable contiennent de 0,50 à 0,60 de silice, de 0,20 à 0,30 de chaux, et de 0,15 à 0,25 d'alumine, de magnésie et d'oxide de manganèse : la proportion relative de ces trois dernières substances est indifférente, parce qu'elles se suppléent mutuellement, seulement on remarque que l'oxide de manganèse est beaucoup plus fondant que l'alumine et que la magnésie, et que les laitiers qui renferment une proportion considérable de cet oxide peuvent contenir moins de 0,20 de chaux sans cesser d'être très-fusibles ; mais ce cas est rare et ne se présente guère que dans les usines où l'on traite des minerais de fer spatique. Maintenant si l'on jette un coup-d'œil sur les analyses rapportées dans les tableaux ci-dessus, on verra qu'en général il n'y a presque pas de chaux dans les scories, et que l'alumine, la magnésie et l'oxide de manganèse s'y trouvent en proportion trop faible par rapport à la silice pour qu'il puisse en résulter des laitiers bien fluides. D'après cela, il est évident que

les matières qu'il faudrait mêler avec les scories comme fondans devraient contenir beaucoup de chaux et une quantité moindre d'alumine, de magnésie et d'oxide de manganèse ou de l'une quelconque de ces trois subtances ; et que la proportion de la chaux devrait varier entre 0,05 à 0,06, équivalent à 0,10 de carbonate de chaux pour les plus riches (celles qui rendent 0,60 de fonte à l'essai), et 0,14, équivalent à 0,25 de carbonate de chaux, pour les plus pauvres (celles qui ne rendent que 0,40 de fonte à l'essai); quant à la proportion de l'alumine, etc., elle devrait être beaucoup moindre : deux ou trois centièmes suffiraient presque toujours, et jamais il n'en faudrait plus de six ou sept centièmes.

Fondans calcaires.

La chaux est facile à se procurer, elle se trouve dans les pierres calcaires ; ces pierres sont bien connues des maîtres de forges, sous le nom de *castine*. Je ne m'arrêterai pas à décrire les différentes variétés de castine, je dirai seulement que les plus pures contiennent 0,56 de chaux.

Fondans alumineux.

On n'a pas encore rencontré l'alumine pure en grandes masses ; mais cette terre existe dans trois matières minérales, que leur abondance permet d'employer comme fondans ; savoir, les argiles, les pierres calcaires argileuses et les minerais de fer d'alluvion. Les argiles sont essentiellement composées de silice et d'alumine, ces deux substances s'y trouvent en proportions très-variables ; mais l'alumine y entre rarement pour plus de 0,33. D'après cela, on voit qu'en supposant qu'on eût à sa disposition une argile

très-alumineuse, il faudrait en employer au moins trois parties pour une partie d'alumine que l'on voudrait ajouter au mélange, et comme par-là on introduirait, en même temps, environ une partie et demie de silice dans ce mélange (1), il faudrait augmenter la proportion d'argile en conséquence, et la porter à six parties; mais ces six parties d'argile ne pourraient se fondre qu'en les mêlant avec à-peu-près deux parties de castine, on ajouterait donc en tout huit parties de matières pour une d'alumine à introduire dans les scories : une addition aussi considérable occasionnerait nécessairement une augmentation notable dans la consommation du combustible. Il résulte de là que l'emploi des argiles, même les plus alumineuses, comme fondans, est désavantageux. Les pierres calcaires sont souvent intimement mélangées d'une proportion très-considérable d'argile; elles équivalent alors à des mélanges artificiels d'argile et de castine; elles ne présentent pas plus d'avantage, et elles auraient les mêmes inconvéniens. Les minerais de fer dits d'*alluvion* sont des mélanges d'oxide ou d'hydrate de fer et d'argile : il y en a dans lesquels cette argile contient une proportion très-considérable d'alumine : ce sont en général ceux que l'on désigne sous le nom de *mines froides*. Certaines variétés de fer carbonaté des houillères sont dans le même cas. On ne peut fondre avantageusement les miues froides qu'en les mêlant avec des minerais très-siliceux. Les scories de forges étant précisément

(1) Les argiles contiennent en outre 0,12 à 0,15 d'eau.

dans ce cas, ces deux matières pourraient se servir réciproquement de fondans, en ajoutant toutefois à leur mélange une proportion convenable de castine ordinaire. Ainsi les minerais de fer d'alluvion et les minerais de fer des houillères les moins fusibles, sont de toutes les substances alumineuses les meilleures que l'on puisse employer comme fondans pour traiter les scories des forges.

Fondans magnésiens.

Il y a deux sortes de substances magnésiennes qui pourraient remplacer les substances alumineuses pour déterminer la fusion des scories de forges; ce sont les pierres calcaires magnésiennes et quelques variétés de minerais de fer spatique. Les calcaires magnésiens sont communs en France, il en existe presque toujours dans les lieux où l'on exploite des minerais de fer d'alluvion, et par conséquent à la proximité des usines. Dans chaque banc de cette pierre la proportion de magnésie est invariable; mais on trouve ordinairement dans une même contrée des bancs de pierres qui en renferment des proportions différentes : en sorte que l'on est presque toujours assuré qu'en faisant des recherches autour d'une usine où l'on fond des minerais d'alluvion, on rencontrera une variété de calcaire magnésien appropriée à la nature des scories que l'on a à traiter.

Les calcaires magnésiens sont les meilleurs fondans qui puissent exister pour les scories de forges; car ils renferment tous les élémens propres à déterminer leur fusion (la chaux et la magnésie), et ils n'ont pas, comme les matières alumineuses, l'inconvénient de contenir une

quantité considérable de silice, dont on ne peut neutraliser la présence qu'en augmentant beaucoup la proportion des fondans (1).

Parmi les minerais de fer spatique que l'on exploite dans les terrains d'ancienne formation, il y en a une variété qui est composée de carbonate de fer et de carbonate de magnésie, et qui contient jusqu'à 0,15 de magnésie. Cette variété porte le nom de *maillat* dans le département de l'Isère; on la reconnaît à sa structure à grandes lames. On pourrait l'employer avec avantage pour porter de la magnésie dans les scories; mais il faudrait la trier avec grand soin, parce qu'elle est souvent mêlée de beaucoup de quarz. Au reste, il n'est pas probable que les maillats puissent servir souvent à cet usage; car dans les lieux où on en exploite, on n'affine que des fontes qui proviennent de la fusion des minerais de fer spatique : or, les scories qui résultent de cet affinage contenant toujours beaucoup d'oxide de manganèse, il serait inutile d'y ajouter de la magnésie : elles fondraient très-bien avec de la castine ordinaire.

Fondans manganésifères.

Les minerais de manganèse ont en général une trop grande valeur pour qu'on puisse les employer comme fondans; mais il y a des minerais de fer très-manganésifères dont on pourrait se servir avec grand avantage pour cet usage : tels sont un grand nombre de variétés de fer spatique, les hématites brunes et les minerais d'alluvion noirâtres.

(1) Les calcaires magnésiens sont des mélanges intimes de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie; ils contiennent jusqu'à 0,15 de magnésie; ils renferment aussi quelquefois de l'oxide de manganèse et de l'oxide de fer qui s'y trouvent à l'état de carbonate comme les terres : l'oxide de manganèse ne pourrait que faciliter la fusion, l'oxide de fer augmenterait le produit en métal. Souvent aussi ces calcaires sont mêlés de quelques centièmes d'argile.

Il suit de tout ce qui vient d'être dit : 1°. qu'il serait très-avantageux de fondre les scories de forges en les mêlant avec certains minerais, tels que les minerais spatiques exempts de gangue quarzeuse, les hématites brunes, les minerais d'alluvion manganésifères et les minerais d'alluvion dits *mines froides*; 2°. et que pour les traiter seules, les meilleurs fondans que l'on puisse employer seraient les calcaires magnésiens.

Essais en grand.

Lorsque l'on voudra fondre des scories avec des minerais, si leur composition est connue, ainsi que celle des fondans dont on pourra disposer, on parviendra promptement, par un très-petit nombre d'expériences faites en grand, à déterminer dans quelle proportion chacune de ces matières devra être employée pour que leur mélange ait la fusibilité convenable; mais quand l'analyse n'en aura pas été faite, on ne pourra atteindre le même but qu'en multipliant beaucoup les essais. Quoi qu'il en soit, en procédant avec prudence, il sera toujours très-facile de faire ces essais dans le cours même d'un fondage sans s'exposer à engorger le fourneau, ni même à le déranger d'une manière qui puisse devenir préjudiciable. Pour cela il faudra employer les scories en doses graduellement croissantes, et d'abord très-petites, en remplacement d'égales quantités de minerai, et

cesser de s'en servir dès qu'on apercevra quelques symptômes de dérangement; on fera marcher alors le fourneau pendant quelque temps en ne le chargeant que de minerais, et dès qu'il sera parfaitement rétabli, on recommencera les essais de la même manière, en variant les proportions relatives de scories, de fondans et des diverses espèces de minerais.

Mais lorsque l'on aura l'intention de fondre des scories sans mélange de minerais ou même de les employer en très-grandes proportions, il ne faudra pas risquer d'en faire l'essai dans le cours d'un fondage, quand bien même la composition des scories et des fondans aurait été déterminée par l'analyse chimique, parce qu'il pourrait en résulter des accidens qui forçassent à éteindre le fourneau : dans ce cas, il vaudra beaucoup mieux ne commencer l'essai que quelques jours avant l'époque à laquelle on aura l'intention de *mettre hors*. Alors on ne sera pas gêné par la crainte d'engorger le fourneau, puisque, si cet événement arrivait, il ne causerait aucun dommage; et l'on pourra, sans inconvénient, tenter hardiment toutes les expériences dont on aura conçu l'idée.

Préparation des scories.

Quelques métallurgistes prétendent que si l'on fondait au haut-fourneau des scories qui fussent mélangées d'une certaine quantité de fer métallique, il pourrait arriver que la fonte devint pâteuse, et qu'il se formât, dans le creuset, des loupes qu'on ne pourrait pas en faire sortir sans courir le risque de dégrader le fourneau. J'ai peine à croire qu'il y ait des scories de forges qui contiennent une quantité de fer

assez grande pour qu'il puisse en résulter de pareils accidens : cependant, quoi qu'il en soit, je pense qu'il sera bon de trier les scories qu'on voudra fondre et de continuer à extraire les grains métalliques des plus riches, en les bocardant et en les lavant, comme on a coutume de le faire dans les usines bien dirigées, parce que cette opération, qui est très-simple, a l'avantage de donner, presque sans frais, du fer pur, et que l'on peut chauffer immédiatement avec les loupes pour l'étirer en barres; en ayant soin de recueillir le sable que l'eau dépose en sortant des bocards, on pourra d'ailleurs n'éprouver aucune perte de matière; mais il est essentiel de faire remarquer qu'il y aurait de grands inconvéniens à traiter ainsi toutes les scories indistinctement. Effectivement si on les réduisait en sable en totalité, elles *cribleraient* rapidement, c'est-à-dire qu'elles passeraient à travers les interstices que les charbons laissent entre eux, et il en résulterait qu'elles tomberaient dans le creuset avant d'être complétement réduites: alors les laitiers se trouveraient chargés d'une grande quantité d'oxide de fer, et seraient très-liquides; mais, par une conséquence nécessaire, on n'obtiendrait presque pas de fonte.

Observations sur la qualité des scories.

On a remarqué que lorsqu'on mêle avec des minerais de qualité ordinaire des scories qui proviennent de forges dans lesquelles on fabrique de bon fer, ces scories rendent la fonte très-douce et propre à donner elle-même du fer excellent; mais que les scories que l'on obtient dans les usines où l'on ne fait que du fer cassant donnent des fontes qui produisent du

fer plus mauvais encore. Il paraît que le phosphore, qui est la substance à laquelle la plupart de nos fers cassans doivent leur mauvaise qualité, se sépare en partie des fontes pendant l'affinage, et qu'il se concentre dans les scories à l'état d'acide phosphorique. D'après ces observations, il est évident qu'on devra éviter d'employer de pareilles scories toutes les fois que la fonte qu'elles pourraient produire sera destinée à être affinée; mais comme les fontes qui contiennent un peu de phosphore sont encore propres à une infinité d'usages, quoique étant de qualité médiocre, il y aura toujours moyen d'utiliser les scories, même les plus mauvaises.

MÉMOIRE

Sur les Carrières et les Fours à plâtre de Saint-Léger-sur-Dheune (Saône-et-Loire).

Par M. LEVALLOIS, Aspirant au Corps royal des Mines.

Les carrières de plâtre de Saint-Léger sont situées auprès de la grande route de Paris à Châlons-sur-Saône, et à 2 ou 3 kilomètres du canal du Centre : elles se trouvent à mi-côte de la colline qui domine le village à l'est, et qui est traversée par la grande route. Situation des carrières.

L'existence du gypse dans cette localité est constatée depuis cinquante ans ; mais on ne connaissait pas alors toute l'étendue du gisement ; car pendant long-temps il n'a existé que deux exploitations, celles qui sont situées au sud de la grande route, et qui appartiennent à MM. Bidremant; encore n'avaient-elles pas alors tout le développement qu'elles ont aujourd'hui. Depuis une vingtaine d'années, il s'est élevé neuf exploitations au nord de la même route, et d'autres carrières ont été aussi ouvertes dans des communes voisines. Historique.

§ Ier. *Constitution géologique des environs de Saint-Léger.*

Placé dans un fond, sur la petite rivière de Dheune, le village de Saint-Léger est environné de tous côtés par des collines en général bien

cultivées et sans déchiremens; aussi ce n'est guère que dans les excavations qui ont été faites pour exploiter la pierre à plâtre, qu'on peut étudier la constitution géologique du terrain.

Formation gypseuse.

La colline qui domine le village à l'est est, comme nous l'avons dit, celle qui renferme le gypse. Elle s'allonge du midi vers le nord; elle est circonscrite au midi, à moins de 2 myriamètres de Saint-Léger, par un petit vallon, de l'autre côté duquel se montre le terrain houiller, qui règne ensuite dans la commune de Saint-Berain; elle est circonscrite à l'ouest par la Dheune; vers le nord, elle paraît s'étendre assez loin.

Description des carrières de gypse.

La formation gypseuse se trouve principalement à mi-côte. Elle se découvre parfaitement dans trois des carrières qui ont été attaquées à ciel ouvert. Voici ce qu'on y observe :

Sous 2 mètres à-peu-près de terre végétale :

1°.	1	mèt.	d'une pierre compacte et dure, quoique se délitant à l'air. Cette pierre est blanche avec une légère teinte verte : elle ne fait avec l'acide nitrique qu'une effervescence très-lente, en laissant un résidu siliceux. C'est un calcaire marneux silicifère : la couche est divisée en strates minces.
2°.	1		de marnes feuilletées, rouges dans la partie supérieure, vertes dans la partie inférieure.
3°.	1		d'un calcaire marneux silicifère, analogue à celui dont nous venons de parler; il est seulement plus compacte, à cassure plus conchoïde. Il a parfois une teinte rougeâtre : quelques morceaux portent un enduit de chaux carbonatée cristallisée.
4°.	0,15		de marnes rouges et vertes.
5°.	1,50		de gypse compacte rougeâtre, un peu mêlé de marnes. C'est du plâtre de deuxième qualité.

6°.	0,50	mèt.	de gypse en petits morceaux comme équarris, disposés suivant le plan des couches et séparés par des marnes.
7°.	1,50		de gypse un peu mêlé de marnes. C'est du plâtre de deuxième qualité.
8°.	1,80		de mauvais plâtre en rognons mélangés de marnes.
9°.	0,50		de marnes rouges mélangées d'un peu de plâtre, et renfermant principalement du gypse fibreux en veines parallèles aux couches, gypse dont on ne fait aucun cas.
10°.	3		environ, formant le banc dit *de galerie*. C'est le gypse blanc, le plâtre de première qualité.
11°.	2,35		environ, formant le banc dit *de fond*. C'est du plâtre de deuxième qualité.

On n'exploite plus au-dessous de cette couche, mais on y trouve encore des marnes mêlées de gypse. Plus bas encore on rencontre du sable.

Dans ces trois carrières, les couches sont bien parallèlement stratifiées. Elles se succèdent bien précisément dans le même ordre et avec les mêmes épaisseurs. Elles sont en général peu inclinées, et elles semblent offrir des ondulations : c'est au moins ce qu'on est porté à conclure, de ce que, dans les trois carrières, elles se présentent légèrement courbées en arceaux. Toutefois la pente la plus générale est vers l'ouest.

Le gypse est généralement compacte, à petits grains très-fins cristallins, blanc ou coloré en rose. Le gypse blanc est celui de première qualité. On trouve aussi du gypse lamelleux et parfaitement diaphane. C'est fréquemment du gypse fibreux qui marque la séparation entre les diverses assises de la formation.

La masse du terrain se trouve souvent interrompue par des *crans* ou *sacs*, ou sorte d'en-

tonnoirs remplis de terre, qui règnent quelquefois verticalement dans toute la hauteur. Ils ont le grand inconvénient de laisser filtrer les eaux pluviales.

On remarque aussi des glissemens par suite desquels des couches ont descendu de plus d'un mètre. On reconnaît que ces glissemens se sont exécutés sur des plans inclinés de terre glaise, qui remplissent des fentes.

Etendue du terrain gypseux.

La bande de gypse exploitée n'a guère que 300 mètres de largeur perpendiculairement à la direction de la colline. Dans le sens de cette direction, les travaux des deux mines situées au sud de la grande route s'étendent depuis cette grande route de 800 à 1000 mètres, et atteignent presque la limite sud de cette même colline. Au nord de la route, on ne retrouve plus de carrières qu'à un kilomètre, et à partir de là les travaux n'occupent guère que 300 mètres. On aperçoit encore au loin, dans la même direction, quelques plâtrières qui sont hors de la commune de Saint-Léger. Quant au terrain qui sépare les exploitations du nord de la route de celles du sud, comme il est entièrement cultivé à la surface, on ne peut pas connaître quelle est sa structure intérieure; mais tout porte à croire que la formation gypseuse règne sans interruption entre les différentes carrières. On prétend bien dans le pays qu'il n'existe pas là de plâtre; je ne sais si cette assertion est bien motivée; et dans tous les cas, cela voudrait seulement dire qu'il n'y a pas là de pierre à plâtre exploitable. En effet, on retrouve en quelques points, et notamment auprès de Conches, comme je le dirai plus bas, les mêmes marnes colorées dans une

position géologique toute pareille, sans que pour cela on y remarque du gypse.

Calcaires à gryphites.

J'ai dit que la formation gypseuse occupe principalement le milieu du penchant de la colline. En montant un peu vers le sommet, on voit bientôt paraître un calcaire secondaire ancien, qui recouvre cette formation gypseuse. C'est sur le bord de la grande route, non loin du village de Charcey, et à quelques portées de fusil seulement des plâtrières de MM. Bidremant. Ce calcaire est d'un gris bleuâtre et compacte; il renferme en grande abondance des coquilles du genre des gryphites; on y voit aussi beaucoup de bélemnites, d'ammonites et de peignes. Il forme des couches à-peu-près horizontales, peu épaisses, et séparées par des lits de terre qui facilitent beaucoup l'extraction de la pierre. Ce calcaire s'emploie principalement comme pierre à chaux et comme pierre de construction. Les bancs, qui sont d'une couleur gris bleuâtre bien foncé, et qui sont peu coquillers, sont utilisés comme marbre par les marbriers de Dijon.

Terrain houiller

Le pied de la colline, principalement sur les versans sud et ouest, est composé de grès. Ces grès sont jaunâtres, micacés, à grains fins, un peu schisteux, friables, souvent réduits à l'état de sable; ils forment des couches peu épaisses et peu inclinées. En avançant vers le sud, au-delà du petit vallon qui, de ce côté, borne la formation gypseuse, ces grès présentent des caractères un peu différens, et ils renferment des couches de houille. Alors ils sont en général à plus gros grains: on y voit des parties lamelleuses de feldspath; ils alternent avec des schistes

plus ou moins pénétrés de matières charbonneuses. Parmi les roches qui composent ce terrain, il en est une, entre autres, bien remarquable : elle sert de toit à une couche de houille peu épaisse qui se trouve près du jour. C'est une roche blanche, tendre, très-compacte, et renfermant seulement çà et là quelques points de mica. Elle doit être considérée comme une des limites extrêmes dans la série des roches arénacées.

Ce terrain houiller s'étend, à partir de là, dans la commune de Saint-Berain. Plusieurs exploitations y sont ouvertes. La houille qu'elles fournissent n'est pas de bonne qualité; mais vu leur proximité du canal du Centre, tout le gros charbon se transporte encore avec avantage à Châlons et à Lyon. Le menu est consommé dans le pays par les fours à plâtre et par la verrerie de Saint-Berain.

Conclusions. La formation gypseuse, aux environs de Saint-Léger, repose sur le terrain houiller, et est recouverte par un calcaire à gryphites.

Le même rapport de position entre ces mêmes masses minérales s'observe encore près de Conches, à 1 myriamètre à l'ouest-nord-ouest de Saint-Léger. En effet, après avoir marché continuellement sur les grès jusqu'auprès de ce bourg, lorsqu'on s'écarte un peu sur la gauche pour aller vers Chalancey, on rencontre bientôt les marnes rouges et vertes reposant sur le grès, et par dessus ces marnes le calcaire à gryphites, dans lequel la mine de fer se trouve formant une couche : c'est du fer hydraté en très-petits grains agglutinés, ou une sorte d'oolite ferrugineuse. Là les marnes ne paraissent point être

accompagnées de gypse; au moins on n'y a pas reconnu jusqu'ici la présence de ce minéral.

Il est remarquable que, d'après les observations de MM. Lamé et Thirria, la formation de gypse qui existe à Decize, département de la Nièvre, repose sur le terrain houiller, et est recouverte par un calcaire à gryphites fort analogue à celui de Saint-Léger.

§ II. *Exploitation du plâtre.*

L'exploitation de la pierre à plâtre se fait de deux manières différentes : 1°. par galeries; 2°. par puits et galeries.

Exploitation par galeries. On exploite par galeries dans trois carrières; on emploie ce mode dans les parties les plus déclives de la colline, là où le gypse ne se trouve pas à une grande profondeur sous la terre végétale (1).

(1) On commence par ouvrir une tranchée du côté de la pente, et on avance progressivement en travaillant par banquettes assez irrégulières, et en conservant une rampe pour l'accès des charrettes, jusqu'à ce qu'on ait mis à découvert, dans le fond de la tranchée, tout le terrain depuis la surface jusques et y compris le *banc de fond*, et jusqu'à ce que ce terrain offre assez de solidité pour qu'on puisse excaver en dessous. Quand on est arrivé à ce point, on pousse une galerie qui prend dans son épaisseur tout le *banc de galerie*, on lui donne 3 mètres de large et on la muraille à l'entrée : alors, comme son sol se trouve au-dessus de celui de la tranchée ouverte, on fait un remblai en pierre dans cette dernière pour que la voie des voitures ne soit pas trop encaissée, et que celles-ci puissent pénétrer dans la carrière. On mène ensuite d'autres galeries en divers sens pour recouper la première; on leur donne 10 mètres de largeur, en laissant des massifs ou piliers, qui sont ou cylindriques ou prismatiques carrés, et qui ont de 13 à 20 mètres de tour. Après avoir ainsi exploité le *banc de galerie*, on prend sous ses

Exploitation par puits et galeries.

Les exploitations par puits et galeries sont au nombre de huit; mais toutes ne sont pas en activité dans ce moment. Ce mode est employé lorsqu'il y a une trop grande épaisseur de terrain à traverser avant d'arriver au gypse.

Les puits ont de 27 à 33 mètres de profondeur, et $2^{m}.,33$ à $2^{m}.,66$ de large. Ils sont circulaires ou carrés; les premiers sont muraillés avec soin, les autres sont assez mal boisés. Des échelles verticales y sont placées pour la descente des ouvriers (1).

Chaque puits est possédé par un propriétaire particulier, attendu que chacun veut extraire sous son terrain; mais quelquefois plusieurs exploitans voisins se réunissent pour faire communiquer leurs travaux souterrains. Par là, ils économisent les uns et les autres sur la quantité de plâtre qu'ils seraient obligés de laisser en massifs, et l'airage se fait avec plus de facilité; mais aussi c'est souvent une matière à procès.

Moyens de se débarrasser des eaux.

Dans toutes ces carrières, les travaux ne sont point gênés par les eaux; les pluies seules en amènent par les *crans ou sacs* dont nous avons parlé. On les fait écouler, soit par

pieds le *banc de fond* en travaillant par banquettes, et en ayant toujours soin de conserver les pentes nécessaires pour que les charrettes puissent arriver dans tous les travaux. On enlève donc ainsi 5 à 6 mètres de gypse; pour ce qui est au-dessus, on fait ébouler en sapant les piliers, en battant en retraite, et on extrait tout ce qu'on peut.

(1) Après avoir creusé le puits, on divise le massif à exploiter par des galeries croisées, en laissant des piliers comme dans les exploitations par galeries. Le roulage se fait par brouettes jusqu'au bas du puits, et la pierre est ensuite élevée au jour dans de petites bennes, à l'aide d'un treuil mu par deux hommes.

de petites galeries percées exprès, soit en les faisant infiltrer jusque dans les sables inférieurs par des puisards.

Moyens employés pour excaver.

On excave à la poudre. Dans les galeries, il en faut à-peu-près 5 kilogrammes pour abattre ce qu'on appelle une toise de plâtre, c'est-à-dire $15^{m}.,6^{c}.$; à découvert il n'en faut que trois kilogrammes pour produire le même effet. La poudre coûte 3 francs le kilogramme (1).

Résultats généraux.

Dans les exploitations par puits, on emploie six ouvriers, savoir : deux mineurs, un détailleur, un chargeur au bas du puits, deux tourneurs appliqués au treuil. Les mineurs ont ordinairement l'entreprise des travaux, moyennant

(1) Les trous de mine ont quelquefois jusqu'à $1^{m}.,30$ et $1^{m}.,65$ de profondeur. Les fleurets dont on se sert pour les percer ont environ 3 mètres de long : ils sont terminés, aux deux bouts, en biseaux de 34 millimètres de largeur. On commence le trou avec un petit fleuret que l'on enfonce à coups de marteau; puis quand il a acquis une certaine profondeur, on l'achève avec le grand fleuret, que l'on manœuvre en le soulevant pour le laisser retomber par son propre poids, et en le faisant tourner sur lui-même. De temps en temps, on verse de l'eau dans le trou pour rendre le percement plus facile, et on le déblaye avec une curette. Le trou étant fait, on y introduit la cartouche; on tasse du plâtre par-dessus avec le bourroir; on introduit l'épinglette à coups de marteau, et on achève de bourrer fortement encore avec du plâtre. Alors on retire l'épinglette; on y substitue, dans le trou qu'elle a formé, une suite de petites mèches de papier en forme de cornets, enfilées les unes dans les autres, au bout desquelles est une mèche soufrée, que l'on soutient sur le trou en l'environnant de terre glaise. L'effet de ces pétards est d'ébranler et de fendiller une grande masse de terrain. Les gros quartiers de gypse qui en résultent, sont débités en menus morceaux pour qu'ils puissent être facilement chargés dans les voitures ou dans les bennes.

40 francs pour une toise. Ce sont eux qui paient les autres ouvriers et qui fournissent tous les outils, la poudre et l'huile. Les tourneurs gagnent à-peu-près 2 francs par jour, les autres manœuvres gagnent 1 franc 50 cent.

Dans les exploitations par galeries, les frais sont moindres, attendu que les charrettes peuvent arriver jusqu'au fond de la carrière pour être chargées ; mais aussi les premiers déboursés, pour faire une vaste tranchée ouverte, sont beaucoup plus considérables que ceux qu'entraîne le percement d'un puits.

Les propriétaires donnent 40 francs pour l'extraction d'une toise de pierre à plâtre. Le transport au canal leur revient à-peu-près à 30 francs.

Cette toise se vend sur le canal 90 francs pour le plâtre de deuxième qualité, et 100 à 110 fr. pour le plâtre de choix, ou de première qualité (1).

§ III. *Fours à plâtre.*

Le plâtre s'emploie à deux usages : pour la

(1) Autrefois, elle s'est vendue 300 et 360 francs, et cette baisse dans les prix a été le résultat inévitable de la concurrence qu'ont élevée les nouvelles exploitations ; mais toutefois, il paraît qu'à ces taux-là les bénéfices des exploitans, et sur-tout des petits exploitans sont très-modiques, malgré la position très-avantageuse des carrières de Saint-Léger pour l'écoulement de leurs produits. Les propriétaires des grandes exploitations sont les seuls qui tirent un très-bon parti de ce genre d'industrie, parce qu'ils ont eu assez d'avances pour attaquer leurs carrières par galeries, et pour former des établissemens pour la cuisson et la préparation du plâtre. Cette préparation, en effet, procure d'assez grands bénéfices, mais la majeure partie du plâtre est encore livrée crue.

bâtisse et pour les engrais. Ce dernier usage en consomme la très-grande partie.

Le plâtre destiné à la bâtisse est le plus blanc ; c'est celui du *banc de galerie*, ou celui qu'on choisit dans les autres parties de la carrière. Tout le reste sert pour engrais.

Fours à calcination périodique.

Le plâtre pour la bâtisse est cuit dans des fours à calcination périodique où l'on brûle des fagots. Ces fours sont à l'intérieur comme à l'extérieur des prismes rectangulaires de 4 mètres de haut. Leur contenance ordinaire est de $\frac{3}{4}$ de toise ; ils sont fermés par le haut, et on y a seulement réservé un trou qui sert pour le passage de la fumée. Une porte est pratiquée sur une des faces. On élève sur la sole du fourneau, le long des deux côtés perpendiculaires à la porte, deux petits murs de $0^{m}.50$ de hauteur, sur lesquels on établit des barres de fer pour former une grille, et c'est là-dessus qu'on charge le plâtre. On allume dessous des fagots, et en sept à huit heures le plâtre est cuit. On en retire à-peu-près 130 sacs pesant chacun 100 kilogram. On consomme pour cela deux cents de fagots, à 9 francs le cent. On emploie un ouvrier.

Fours à calcination continue.

Le plâtre destiné à servir d'engrais est cuit dans des fours à calcination continue, avec de la menue houille de Saint-Berain. Ces fours sont à l'extérieur carrés ou circulaires, à quatre, trois ou deux embrasures : ils ont de 3 à 4 mètres de haut ; leur vide intérieur est un tronc de cône renversé, qui contient $\frac{1}{2}$ ou $\frac{3}{4}$ de toise. Un ouvrier est constamment occupé à stratifier ensemble, dans le fourneau, la pierre et le combustible, et à retirer au fur et mesure le plâtre calciné, par les embrasures ; mais ce plâtre sort

mélangé de cendres, et c'est ce qu'il est important d'éviter pour le plâtre de bâtisse. On estime que la pierre séjourne à-peu-près vingt-quatre heures dans le four avant d'être cuite. On consomme environ 5 à 6 hectolitres de houille par vingt-quatre heures; ce combustible qui, sur les mines se vend 60 cent. l'hectolitre, peut valoir 80 centimes quand il est rendu aux carrières.

Meules à plâtre. Le plâtre une fois cuit, est moulu sous des meules verticales que font tourner des chevaux. Le plateau inférieur est en calcaire à gryphites, la meule est préférablement en grès houiller. On fait à chaque meule, par jour, trente sacs de 100 kilogrammes. Il y a un ouvrier employé à chaque meule.

Résultats généraux. Le plâtre pour la bâtisse se vend de 1 franc 50 centimes à 1 franc 75 centimes le sac. Le plâtre pour engrais se vend 1 franc.

Le bénéfice du fabricant est, proportionnellement, beaucoup plus considérable sur la première espèce de plâtre que sur la deuxième: en partant des données que nous avons fait connaître, on peut l'estimer approximativement à 85 francs par toise pour la première espèce, et à 24 francs pour la deuxième; le tout en sus du bénéfice fait sur l'extraction.

Il sort annuellement de Saint-Léger, par le canal du Centre, cinq à six cents bateaux portant chacun 60,000 kilogrames ou 4 toises de plâtre. Dans cette évaluation on n'a pas compris le plâtre cuit.

Les platrières emploient à-peu-près cent cinquante hommes.

MÉMOIRE

SUR

LA JEFFERSONITE,

MINÉRAL DÉCOUVERT DANS LA MINE DE FER DE FRANCKLIN,

PAR MM. LARDNER VANUXEM et W. H. KEATING;
décrit et analysé par M. WILLIAM H. KEATING.

(*Journal of the Academy of natural sciences*, vol. 2, juin 1822.)

EXTRAIT

A six mille environ au nord-est de Sparte, dans le comté de Sussex, province de New-Jersey, on voit les restes des fourneaux à fer de Francklin. Ces fourneaux, placés au centre de vastes forêts, environnés d'un grand nombre de couches de minerai, qu'on peut regarder comme inépuisables, à proximité de cours d'eau abondans et de deux bons marchés, auraient sans doute prospéré et seraient devenus d'une grande importance s'ils eussent été dirigés avec intelligence; mais les propriétaires ayant négligé d'acquérir la connaissance de la composition de leur minerai, ainsi que celle des gangues qui l'accompagnent, et ayant voulu traiter ce minerai, qui est d'une nature particulière, de la même manière que les minerais ordinaires, ils se sont bientôt vus forcés d'abandonner entière-

ment leur entreprise. Feu le docteur Bruce est le premier qui ait examiné les minéraux de cette contrée. On lui doit la découverte du zinc oxidé rouge ; mais la composition du minerai de fer, qui porte actuellement le nom de *franc-klinite* et qu'on sait être une combinaison d'oxide de fer, d'oxide de manganèse et d'oxide de zinc, n'est connu que depuis que le professeur Berthier en a fait l'analyse au laboratoire de l'Ecole des Mines de Paris. Il a publié les résultats de cette analyse dans le 4e. volume des *Annales des Mines*.

Nous allâmes visiter la mine de Francklin, M. Vanuxem, du collége de la Caroline occidentale, et moi, au mois d'août dernier. Ce gîte renferme un grand nombre de minéraux aussi nouveaux qu'intéressans : il a vivement excité notre curiosité, et nous sommes persuadés qu'il deviendra aussi célèbre en minéralogie que l'Uto et l'Arendal. Je ferai connaître tous ces minéraux dans la description géologique de la contrée, que j'espère pouvoir présenter bientôt à l'Académie. Je me bornerai à dire ici que parmi ces mineraux, on remarque, outre le fer oxidulé, le francklinite cristallisé en octaèdres réguliers tronqués sur les bords, différentes espèces de grenat, entre autres un grenat noir dodécaèdre analogue à celui de la somma, la condrodite, etc, le minéral nouveau qui est l'objet de cette notice.

Ce minéral n'a été trouvé jusqu'ici qu'en masses lamellaires; les plus gros échantillons n'excèdent pas le volume d'un œuf de pigeon. Il présente trois clivages distinctes, dont deux sont beaucoup plus faciles à obtenir que le

troisième. Ces clivages donnent pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique, dont les angles sont de 106° et 74°, tandis que ceux de sa base sont de 94°, 45 et 85°,15. On peut obtenir, en outre, quatre autres clivages parallèles à l'axe du prisme, et qui font entre eux, deux à deux, des angles de 116° et 64°, et 99°,45 et 80°,15.

La dureté de ce minéral est intermédiaire entre celle du spathfluor et celle de l'apatite : il est facilement rayé par le pyroxène. Sa pesanteur spécifique est de 3,51 à 3,52 : sa couleur est d'un vert olive obscur passant au brun. Il est un peu translucide sur les bords.

Son éclat est faible, celui des faces de clivage est demi-métallique.

Sa cassure est lamelleuse dans le sens du clivage, et elle est inégale dans toute autre direction : sa poussière est d'un vert pâle.

Il n'est ni électrique ni magnétique. Au chalumeau, il se fond en un globule noirâtre.

Il est inattaquable par les acides à froid. A l'aide d'une longue ébullition, l'eau régale en dissout environ une partie sur dix.

Deux analyses, qui se sont trouvées parfaitement d'accord, m'ont donné pour sa composition :

Silice	0,560	contenant, oxigène	29,15
Chaux	0,151	.....	4,24
Protoxide de manganèse	0,135	.....	2,96
Peroxide de fer	0,100	.....	3,07
Oxide de zinc	0,010		
Alumine	0,020		
Eau	0,010		
	0,986		

En faisant abstraction de l'oxide de zinc et de l'alumine, on trouve que la formule minéralogique $4CS^3+3MgS^3+3FS^3$, qui équivaut à la formule chimique $4\ddot{C}a\ddot{S}i^2+3\ddot{M}n\ddot{S}^2+2\ddot{F}e\ddot{S}^3$, représente exactement le résultat de l'analyse; car la composition qui correspond rigoureusement à cette formule, est la suivante :

Silice.....	0,6125 contenant, oxigène	30,81 ...	30
Chaux.....	0,1463	4,11 ...	4
Prot. de mangan.	0,1404	3,08 ...	3
Peroxide de fer.	0,1005	3,08 ...	3
	0,9997		

Ce minéral a plusieurs points de ressemblance avec le pyroxène; mais ses clivages sont essentiellement différens. A la vérité quelques angles de son clivage principal paraissent s'approcher de ceux des formes secondaires du diopside, de la fassaïte et du pyroxène analogique; mais on peut se convaincre, par le calcul, qu'ils ne leur sont pas rigoureusement égaux, et qu'ils ne peuvent se déduire des angles de la forme primitive du pyroxène. D'ailleurs, quand même il y aurait égalité parfaite, on ne pourrait en conclure l'identité des deux substances, à moins de renoncer à toutes les idées reçues sur l'importance du clivage. En effet, jusqu'ici on n'a jamais observé que le clivage principal d'un minéral disparaisse dans certaines variétés de ce minéral pour faire place à un clivage parallèle à des formes secondaires : on sait, au contraire, que le clivage primitif prédomine dans toutes les variétés. Ainsi, dans la chaux carbonatée, on rencontre fréquemment des clivages

parallèles à l'équiaxe, mais le clivage parallèle au rhomboïde primitif prédomine toujours.

Le minéral de Francklin est aussi décidément plus dur que le pyroxène; enfin il en diffère sur-tout par sa composition chimique, principalement en ce qu'il ne contient pas un atome de magnésie, tandis que cette substance paraît être un principe essentiel du pyroxène.

D'après ces motifs et d'autres encore qu'il serait possible d'ajouter, je crois qu'on ne peut mettre en doute la nécessité de regarder le minéral dont il s'agit comme une espèce nouvelle. M. Vanuxem m'ayant proposé de le dédier à M. Jefferson, j'ai accueilli son idée avec empressement, et je lui ai donné le nom de *jeffersonite* (1).

La jeffersonite n'a pas encore été trouvée en assez grande quantité pour qu'on ait pu chercher à l'employer dans les arts. Peut-être deviendra-t-elle un jour un flux précieux pour les

(1) La composition de la jeffersonite ne permet de confondre ce minéral avec aucune espèce connue. Cette pierre diffère essentiellement du pyroxène, quoiqu'elle s'en rapproche par sa forme, en ce qu'elle est composée de trisilicates, tandis que les pyroxènes ne contiennent que des bisilicates.

M. Keating ne dit pas quelles sont les raisons qui l'ont déterminé à admettre que le fer est à l'état de tritoxide dans la jeffersonite. D'après la couleur verdâtre de ce minéral, je suis au contraire très-porté à croire que le fer y existe à l'état de protoxide. S'il en était ainsi, la formule que donne M. Keating représenterait encore mieux le résultat de l'analyse; car pour que toute la silice se trouvât combinée avec les bases à l'état de trisilicate, on ne serait plus obligé de faire abstraction de l'alumine : or il est difficile en effet d'admettre que cette terre soit simplement mélangée et hors de toute combinaison dans la pierre. P. B.

fourneaux des environs; l'absence de la magnésie et la présence d'une grande quantité de manganèse semblent la rendre propre à cet usage (1).

(1) Comme la plupart des minerais de fer ont pour gangues des matières très-siliceuses, il n'est guère probable que la jeffersonite, qui l'est beaucoup elle-même, puisse souvent leur servir de fondant. Au surplus, la magnésie, si la jeffersonite en contenait, ne serait pas un obstacle à ce qu'on l'employât à cet usage; car lorsque cette terre se trouve avec d'autres bases, elle forme des verres au moins aussi fusibles que ceux qui renferment une quantité équivalente d'alumine. P. B.

Sur les sulfures qui proviennent de la réduction de quelques sulfates par le moyen du charbon.

Par M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

On sait depuis long-temps qu'à la température de la chaleur blanche, le charbon transforme en sulfures tous les sulfates qui ne sont pas très-facilement décomposables par la chaleur seule; mais jusqu'ici on s'est peu occupé de rechercher quelle est la nature et la composition des différens sulfures que l'on peut obtenir ainsi. C'est cette recherche que je me suis proposé de faire, pour un certain nombre de ces sulfures, en entreprenant les expériences dont je vais rendre compte. Ces expériences m'ont donné les moyens de résoudre la question encore indécise de savoir si les alcalis et les terres alcalines sont à l'état métallique dans leurs sulfures préparés par la voie sèche. Elles sont si simples, que l'on est étonné qu'elles n'aient pas été faites plus tôt : on va voir qu'elles eussent conduit de la manière la plus directe et la plus évidente à la connaissance de la nature des alcalis et des terres alcalines, connaissance que l'on n'a acquise, relativement aux terres alcalines, que par des moyens indirects et par des raisonnemens fondés sur des analogies.

On a coutume de procéder comme il suit lorsque l'on veut réduire un sulfate par le charbon. On pulvérise les deux substances, on les passe

à travers un tamis de soie, et on les mêle ensemble le plus exactement possible ; on introduit ce mélange dans un creuset de terre, on le recouvre d'une couche de poussière de charbon épaisse d'un travers de doigt pour le garantir du contact de l'air, puis on adapte au creuset un couvercle qu'on lute avec de l'argile, et enfin on chauffe ce creuset, pendant une heure ou deux, dans un fourneau à vent ordinaire. Cette méthode a l'avantage de n'exiger ni beaucoup de temps ni une température élevée ; elle est très-bonne pour préparer les sulfures que l'on doit employer comme réactifs ; mais alors ces sulfures ne sont jamais absolument purs, parce que, comme il n'est pas possible de calculer rigoureusement la proportion de charbon qui est nécessaire pour opérer la réduction (1), si l'on en met une quantité insuffisante, le sulfure est mélangé de sulfate, et si, pour éviter cet inconvénient, on emploie un excès de ce combustible comme il convient de le faire, il en reste dans le sulfure.

J'ai trouvé que l'on se procure très-aisément des sulfures parfaitement purs en chauffant les sulfates dans des creusets brasqués de charbon, sans les mélanger avec ce combustible (2) : après avoir placé le sulfate, broyé ou non, dans le creuset, on remplit celui-ci avec de la brasque

(1) Dans l'acte de la réduction, le charbon est converti, partie en acide carbonique, partie en oxide de carbone ; la proportion relative de ces deux gaz n'est pas la même pour les différens sulfates, et il y a lieu de croire qu'elle varie pour chaque sulfate selon les circonstances.

(2) Le creuset brasqué est un instrument très-précieux et dont on ne fait pas un assez fréquent usage. J'ai déjà fait connaître

que l'on tasse fortement, et on le bouche avec un couvercle que l'on assujettit avec de l'argile, afin que le charbon ne puisse pas se brûler, etc. Cette méthode est fondée sur la propriété qu'ont les sulfates de se réduire par voie de cémentation, comme la plupart des oxides, lorsqu'on les tient exposés, en contact avec le charbon, à une température convenable, pendant un temps suffisant. Le temps qu'exige la réduction dépend : 1°. de la température, 2°. de la fusibilité des sulfures, et 3°. du volume des masses. Les sulfates sont tous réductibles à la simple chaleur blanche ; mais la réduction est d'autant plus prompte que la température est plus élevée. Lorsque les sulfures sont fusibles à la température à laquelle on opère, ils se réunissent en globules à mesure qu'ils se forment, et comme leur pesanteur spécifique est toujours beaucoup plus grande que celle des sulfates dont ils proviennent, ces globules ne tardent pas à couler au fond des creusets : il en résulte que la brasque étant toujours en contact immédiat avec les sulfates, ceux-ci se décomposent très-rapidement. Aussi, dans ce cas, la réduction peut-elle se faire en quelques heures, même lorsque l'on opère sur plusieurs centaines de grammes de matière. Quand, au contraire, les sulfures sont infusibles, ils restent interposés entre la brasque et les sulfates, et alors la réduction est lente,

ailleurs ses principaux avantages : ces avantages consistent, 1°. en ce qu'il est infusible ; 2°. en ce qu'il peut contenir toutes les matières terreuses en fusion, sans les altérer ; et 3°. en ce qu'il opère la réduction de presque tous les oxides métalliques par le seul contact et sans qu'il soit nécessaire de mélanger aucun corps combustible avec ces oxides, etc.

parce qu'elle ne peut avoir lieu qu'en se propageant, à travers la croûte de sulfure déjà formée, de la surface au centre des masses, et elle exige un temps d'autant plus long que ces masses sont plus considérables. L'expérience m'a appris que, dans ce cas, lorsqu'on opère sur 25 à 30 grammes de sulfate, la réduction n'est complète qu'au bout d'environ deux heures. Il suit de là qu'il ne serait ni avantageux ni commode d'appliquer la méthode de réduction par cémentation à la préparation des sulfures peu fusibles, tels que le sulfure de barium, etc., que l'on voudrait obtenir en grande quantité pour les employer comme réactifs : mais cette méthode est précieuse comme moyen de recherche, non-seulement parce qu'elle donne des sulfures purs, et dont par conséquent il est possible de déterminer exactement la composition par l'analyse; mais encore parce qu'elle permet de recueillir sans perte le sulfure produit par la réduction d'un sulfate, et de conclure, par différence, le poids des matières volatiles qui se dégagent pendant la réduction. C'est ce qu'on va voir par les exemples que je vais rapporter.

Si l'on chauffe dans un creuset brasqué, à la température d'un essai de fer, du sulfate de baryte, du sulfate de strontiane ou du sulfate de chaux parfaitement purs et préalablement calcinés, le sulfure qui en résulte forme une masse bien agglomérée, que l'on peut retirer du creuset sans la briser, en cernant doucement la brasque avec la lame d'un couteau : or, en prenant le poids de ce sulfure, on trouve que la perte que le sulfate a éprouvée est précisément égale au poids qui représente la somme des quantités

d'oxigène contenues dans sa base et dans son acide. Si, d'un autre côté, on dissout le sulfure dans l'acide muriatique, on peut s'assurer qu'il ne se dégage pendant la dissolution que du gaz hydrogène sulfuré parfaitement pur, et qu'il ne se forme ni dépôt de soufre, ni acide oxigéné ayant ce combustible pour base; enfin, si l'on chauffe une portion du sulfure dans un creuset d'argent avec trois ou quatre fois son poids de nitre, on remarque que l'on régénère exactement la quantité de sulfate correspondante à la portion de sulfure employé, et que le sulfate régénéré ne renferme ni excès de base ni excès d'acide (1). Ces trois expériences concordent, et prouvent, de la manière la plus évidente, que les sulfures qui proviennent des sulfates de baryte, de strontiane et de chaux ne contiennent pas d'oxigène, et par conséquent que leur base est à l'état métallique.

Les sulfures que l'on obtient en réduisant par le charbon le sulfate de potasse et le sulfate de soude sont également à base métallique; car ils se dissolvent dans les acides avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré pur et sans dépôt de soufre, etc., et ils sont transformés en sulfates neutres par le nitrate de baryte (2); mais

(1) Lorsqu'on opère sur le sulfure de barium, il suffit de délayer dans l'eau et de saturer d'acide muriatique; quand on opère sur d'autres sulfures, on sature de même d'acide muriatique, et l'on recueille la portion du sulfate régénéré qui peut rester insoluble; mais ensuite on décompose la portion dissoute en précipitant d'abord la base par un sous-carbonate alcalin pur, puis l'acide sulfurique par un sel de baryte, après avoir fait bouillir avec de l'acide muriatique.

(2) On chauffe dans un creuset de platine, on délaye dans l'eau, on sature d'acide muriatique et on lave le sulfate de

il n'est pas possible de chercher une preuve de ce fait dans la proportion d'oxigène qui se dégage pendant la réduction, comme pour les sulfures de barium, etc., parce que les sulfures de potassium et de sodium sont tellement fusibles et tellement volatils que la plus grande partie pénètre dans la brasque, tandis que le reste se dissipe en vapeurs (1).

Lorsqu'on chauffe le sulfate de magnésie avec du charbon, il ne donne qu'un résidu pulvérulent composé de magnésie mêlée d'une petite quantité de sulfure; mais en analysant ce mélange, on trouve que le sulfure qu'il contient doit être à base de magnésium. Le sulfure de magnésium peut d'ailleurs être obtenu en combinaison avec d'autres sulfures, comme le sulfure de potassium, etc. Ainsi sous le rapport de la sulfuration comme sous beaucoup d'autres rapports, la magnésie forme le passage entre les alcalis et les terres.

Puisque dans la réduction des sulfates qui ont pour base une terre alcaline, il ne se dégage pas de soufre, et que la perte que ces sulfates éprouvent est plus grande que celle qui correspondrait à l'oxigène de leur acide, il faut nécessairement qu'il se volatilise en outre un

baryte; puis on précipite l'excès de baryte contenu dans la liqueur par le sulfate d'ammoniaque, on évapore et on calcine, ce qui donne du sulfate de potasse, et on voit d'après le résultat que la quantité de potasse contenue dans ce sel correspond à la quantité d'acide sulfurique contenu dans le sulfate de baryte, etc.

(1) M. Vauquelin et M. Gay-Lussac ont émis l'opinion que les sulfures alcalins sont à base métallique il y a déjà quelques années; et ils l'ont appuyée sur des raisonnemens si plausibles, qu'on pouvait les considérer comme équivalens à des preuves.

autre corps qui fasse partie constituante de la base : l'expérience donne rigoureusement la proportion de ce corps, et il suffirait d'opérer la réduction en vases clos pour s'assurer, en recueillant les gaz, en les mesurant et en les analysant, que ce corps n'est autre que l'oxigène. Ces expériences auraient donc pu conduire à la découverte de la composition des terres alcalines, ainsi que je l'ai dit en commençant.

Quant aux alcalis, on serait arrivé au même résultat en suivant une marche inverse, c'est-à-dire en cherchant combien une quantité déterminée de sulfure peut régénérer de sulfate, et comme il est assez difficile de se procurer du sulfure pur, on aurait opéré, soit sur un mélange de sulfure et de charbon, que l'on obtient aisément, soit sur une combinaison de sulfure alcalin avec un autre sulfure, combinaison que l'on prépare aussi très-facilement, ainsi que je le ferai voir plus bas, et l'on aurait dosé avec tout le soin possible soit le charbon mélangé, soit le sulfure combiné avec le sulfure alcalin.

Je vais présenter le détail des expériences qui ont servi de base à ce que je viens d'exposer; je passerai ensuite en revue différens sulfures métalliques, et je ferai connaître, en terminant, quelques combinaisons de sulfures qui n'ont pas encore été observées.

Sulfate de baryte.

20g. de sulfate de baryte artificiel calciné, ayant été chauffés dans un creuset brasqué à la température de 150°, ont donné 14g,4 de sulfure : perte 5g,6 = 0,28. Ce sulfure était blanc, nuancé de gris dans quelques parties, faiblement aggloméré, s'égrenant entre les doigts, grenu, à grains cristallins. Il se dissolvait complétemeut

dans l'eau sans la colorer. L'acide muriatique dégageait de l'hydrogène sulfuré de la dissolution sans la troubler sensiblement. Pour transformer ce sulfure en sulfate, on a essayé, 1°. de le griller, mais il est resté presque inaltérable; 2°. de le traiter par l'acide nitrique et par l'eau régale, mais on n'a pu éviter le dégagement d'une grande quantité d'hydrogène sulfuré; 3°. de le chauffer avec du chlorate de potasse, mais ce sel ne l'a attaqué qu'incomplétement; 4°. enfin, de le faire détonner avec du nitre : ce moyen a parfaitement réussi, en élevant la température jusqu'à la chaleur blanche; en délayant dans l'eau et saturant d'acide muriatique, on a trouvé que la liqueur ne contenait point d'acide sulfurique, mais seulement une trace insignifiante de baryte.

120g. de sulfate de baryte cristallisé d'Auvergne, réduit en poudre, ayant été chauffés dans un creuset brasqué au four à porcelaine de Sèvres, ont donné une masse de sulfure fortement agglomérée, à cassure grenue cristalline, d'un gris légèrement rosacé, et pesant 86g. : la perte a donc été de 34g. = 0,28, comme dans la première expérience.

La quantité d'oxigène contenu dans le sulfate de baryte étant théoriquement de 0,285, il est évident que le sulfure produit par la réduction de ce sel est le sulfure de barium BS^2, qui doit être composé de :

Barium.....	0,8099 ..	100
Soufre.....	0,1901 ..	24,47

Sulfate de strontiane.

20g. de sulfate de strontiane artificiel, parfaitement pur et calciné, chauffés dans un creuset brasqué à la température de 150°, ont donné une masse blanche, grenue, agglomérée, mais friable, pesant 12g.,80; perte : 7g.,20 = 0,35 : or,

la quantité d'oxigène contenu dans le sulfate est de 0,33; le sulfure obtenu est donc le sulfure de strontiane $Sr\,S^2$, composé de :

Strontium.....	0,7317 ..	100
Soufre.....	0,2683 ..	36,6 :

la différence des résultats ne peut être attribuée qu'à une petite perte accidentelle.

Sulfate de chaux.

20g. de sulfate de chaux limpide du Puy (Haute-Loire), chauffés, etc., ont donné 10g.,76 de sulfure; perte : 9g.,24 = 0,462 : or, le sulfate de chaux cristallisé contient 0,467 d'eau et d'oxigène; le sulfure obtenu est donc le sulfure de calcium CS^2, composé de :

Calcium.....	0,561 ..	100
Soufre.....	0,439 ..	78,3

Ce sulfure était parfaitement blanc et opaque, il n'avait éprouvé aucun commencement de fusion, et il conservait la forme des morceaux de gypse que l'on avait employés : il s'est dissous, etc. Il est presque inaltérable par le grillage.

Sulfate de potasse, sulfate de soude

En chauffant à la chaleur blanche du sulfate de potasse ou du sulfate de soude avec la moitié de leur poids de charbon en poudre, on obtient une masse noire faiblement agglomérée, et qui n'adhère presque pas au creuset. C'est un mélange de sulfure de potassium ou de sulfure de sodium et de charbon. Si l'on place dans les creusets quelques morceaux de sels de la grosseur d'une noisette environ, on trouve ces morceaux transformés en sulfures purs, et l'on voit qu'à cet état ces sulfures sont mamelonés, cristallins, translucides et d'un beau rouge de chair. Les sulfures de potassium et de so-

dium sont très-avides d'eau, et ils se dissolvent dans ce liquide en développant une vive chaleur. Lorsqu'ils sont mêlés de charbon, ils s'embrasent dès qu'on les humecte; ils sont très-difficiles à griller, ils se transforment en sulfates, mais lentement, et il ne s'en dégage pas du tout de soufre.

Le sulfure de potassium KS^2, qui provient du sulfate, doit être composé de :

Potassium.....	0,7089 ..	100
Soufre.....	0,2911 ..	41,06

et le sulfure de sodium analogue NS^2 doit contenir

Sodium.....	0,5913 ..	100
Soufre.....	0,4087 ..	69,27

100g. de sulfate de potasse doivent produire 63g.,3 de sulfure de potassium.

100g. de sulfate de soude doivent produire 55g. de sulfure de sodium.

Sulfate de magnésie.

10g. de sulfate de magnésie pur et récemment calciné, réduits à la température de 150°, ont donné un résidu blanc friable, pesant 3g.,95; perte : 6g.,05.

1g.,5 de cette matière ayant été mis en ébullition avec de l'eau, il est resté de la magnésie pure, qui s'est dissoute sans effervescence dans les acides. La liqueur contenait de l'hydrosulfate de magnésie, et a donné 0,18 de magnésie par la potasse.

1g. de la même matière ayant été chauffé au rouge avec du nitre, on a obtenu, par les procédés d'analyse ordinaires, 0,90 de magnésie, et 0,85 de sulfate de baryte, qui équivalent à 0,12 de soufre. D'après ces expériences, la matière devait être composée de :

Magnésie...	0,780	
Magnésium..	0,072	Sulfure de magnésium. 0,192
Soufre.....	0,120	
	0,972	

En rectifiant ce résultat par le calcul théorique, on trouverait :

Magnésie...	0,786	
Magnésium..	0,094	Sulfure..... 0,214
Soufre.....	0,120	

et alors la perte du sulfate, par la réduction, aurait dû être de 0,608 au lieu de 0,605. On ne saurait mettre en doute, d'après cela, qu'il y ait eu production de sulfure de magnésium.

Lorsqu'on chauffe du sulfate de magnésie mélangé de charbon, à une température même peu élevée, il abandonne presque tout son acide, et il ne se forme pas, à beaucoup près, autant de sulfure de magnésium que quand on traite le sel sans mélange de charbon dans un creuset brasqué à une haute température.

Sulfate de cuivre.

10g. de sulfate de cuivre, privé d'eau par la calcination, autant qu'il est possible de le faire sans le décomposer, réduits à la température de 150°, ont donné 4g.,76 de sulfure, mélangé de quelques grenailles de cuivre rouge. Le sulfure, débarrassé des grenailles, a été trouvé, par l'analyse, avoir la même composition que le sulfure CS. Le sulfate abondonne donc, en produisant ce sulfure, la moitié du soufre qu'il contient. D'après cela, il devrait donner 0,499 de sulfure CS : si l'on n'en a obtenu que 0,476, c'est probablement parce qu'une partie du sulfate a été totalement décomposée par la chaleur, avant que la cémentation ait pu pénétrer jusqu'au centre de la masse.

La présence des grenailles de cuivre dans le sulfure CS faisait présumer qu'il ne pouvait pas se former de sulfure inférieur. Pour m'en assurer, j'ai fait un mélange, à parties égales, de ce sulfure et de cuivre métallique en limaille, et je l'ai exposé à une température élevée dans un creuset brasqué : il y a eu une perte du poids d'environ 0,06, et j'ai obtenu un sulfure semblable à celui que j'avais employé, et un culot de cuivre rouge parfaitement pur, et un peu plus pesant que le cuivre introduit dans le mélange. Il résulte de cette expérience que le cuivre et le sulfure CS sont sans action l'un sur l'autre; l'augmentation de poids du cuivre semble prouver aussi que le sulfure se laisse en partie décomposer par le charbon.

Sulfate de zinc.

30g. de sulfate de zinc calciné, ayant été chauffés dans un creuset brasqué à la température de 150°, n'ont laissé que 14g.,5 de résidu = 0,15.

30 autres grammes du même sel, tenus pendant une heure à la simple chaleur blanche dans un creuset brasqué, ont laissé un résidu du poids de 13g.,2 = 0,44.

Ces résidus étaient l'un et l'autre en masse friable, composée de grains cristallins, le premier de couleur brune, le second d'un blond clair : je les ai analysés tous les deux, et j'ai trouvé dans le premier 0,355 de soufre, et dans le second environ 0,340 : cette différence dans la proportion du soufre provient de ce que le résidu brun était mélangé d'une quantité très-notable de sulfure de fer, tandis que le résidu blond n'en contenait que très-peu, et la présence du sulfure de fer est due à ce que le sulfate de

zinc qu'on a employé n'avait pas été parfaitement purifié, et renfermait encore du sulfate de fer. Ces expériences prouvent que le sulfate de zinc se réduit très-aisément, même à une température peu élevée, et que le sulfure qu'il produit est identique avec la blende, c'est-à-dire que c'est le sulfure ZS^2, composé de

Zinc.....	0,667 —	100
Soufre.....	0,333 —	50

Rien ne sera donc plus facile maintenant que de préparer ce sulfure par la voie sèche, ce que l'on n'avait pas encore pu faire jusqu'à présent.

On a vu, que dans l'une des expériences précitées, le sulfate de zinc n'a produit que 0,15 de sulfure; cependant, d'après les quantités de soufre et de zinc que renferme ce sel, il devait en produire la moitié de son poids : il y a donc eu une volatilisation très-considérable pendant l'opération. Comme la blende est fixe et indécomposable par la chaleur, on ne pouvait expliquer cette volatilisation qu'en admettant ou qu'une portion du sulfate avait été décomposée par la chaleur avant d'être réduite, ou que le sulfure avait été lui-même en partie décomposé par l'action du charbon. On avait opéré sur de trop petites quantités pour que la première supposition parût vraisemblable, j'ai donc dû rechercher, par une expérience directe, si le charbon a réellement la faculté de décomposer le sulfure de zinc : le résultat a été affirmatif, comme on va le voir. On a chauffé dans un creuset brasqué, à la température de 150°, pendant une heure, un morceau de blende de

(1) *Annales des Mines*, tome III, page 474.

Pontpéan, pesant 20g. : après l'opération, il n'a plus pesé que 11g. ; il était arrondi, ce qui prouve qu'il avait été au moins à demi fondu, compacte, brun, à cassure lamelleuse brillante, et presqu'en tout semblable à la blende employée. On l'a chauffé de nouveau de la même manière, et il s'est réduit à 6g. : il était alors d'un brun presque noir, parce que tout le sulfure de fer contenu dans la blende s'y était concentré. Ainsi, dans les deux opérations, la perte a été de 0,67. Il est probable que si l'on eût mélangé ensemble de la blende en poudre et du charbon, la volatilisation aurait eu lieu complétement en très-peu de temps. Malheureusement, cette décomposition ne s'effectue qu'à une température très-élevée, et il n'est guère probable, d'après cela, qu'on puisse employer ce procédé pour extraire en grand le zinc de la blende. Comme la réduction du sulfure de zinc par le charbon est due sans aucun doute à l'affinité de ce combustible pour le soufre et à la tendance qu'a le zinc à se volatiliser, il doit se dégager à-la-fois, pendant l'opération, du zinc métallique et du sulfure de carbone. Je n'ai pas essayé de recueillir ces substances, parce que cela aurait été embarrassant ; mais j'ai reconnu la formation du sulfure de carbone dans une circonstance analogue, savoir : dans la décomposition du sulfure d'antimoine par le charbon (1). Pour cela, j'ai chauffé à la chaleur blanche, dans une cornue de grès, un mélange

Sulfure d'antimoine.

(1) J'ai constaté cette décomposition par une expérience qui a été publiée dans les *Annales des Mines*, tome III, page 560.

de 10og. de sulfure d'antimoine en poudre et de 6g. de charbon, et j'ai fait passer les gaz qui se sont dégagés dans un petit tube à moitié plein d'eau : ayant arrêté l'opération au bout d'environ trois quarts d'heure, j'ai trouvé au fond du tube un liquide huileux, incolore, et qui présentait tous les caractères du sulfure de carbone ; j'ai pu en peser plus de 10g. : la matière qui restait dans la cornue ne renfermait plus que 0,14 de soufre, au lieu de 0,27, que devait en contenir le sulfure employé.

Il suit de ce qui précède que le carbone, en vertu de la tendance qu'il a à se combiner avec le soufre, peut réduire plusieurs sulfures métalliques, indécomposables par la chaleur seule. Il paraît même que ce combustible a de l'action sur presque tous les sulfures ; car on remarque que la plupart, tels que le sulfure de fer, le sulfure de cuivre, etc., diminuent toujours sensiblement de poids lorsqu'on les chauffe pendant un certain temps dans des creusets brasqués de charbon.

Sulfate de plomb.

Lorsqu'on chauffe le sulfate de plomb dans un creuset brasqué à la chaleur rouge, il se transforme en sous-sulfure PS, et il y a dégagement de gaz acide sulfureux. Quand on l'expose à une température plus élevée, une partie du sous-sulfure se volatilise, et une autre partie se décompose en abandonnant du plomb pur.

Sulfate de manganèse.

Le sulfate de manganèse se réduit très-facilement. Lorsqu'après l'avoir mélangé avec un excès de charbon, on le chauffe à la simple chaleur blanche, le sulfure qu'il produit est pulvérulent, noir et sans éclat : ce sulfure se dissout très-rapidement dans l'acide muriatique et dans

l'acide sulfurique, avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré parfaitement pur; il renferme par conséquent tout le soufre du sulfate, et il est composé de

Manganèse.....	0,6388 —	100
Soufre.....	0,3612 —	56,32

Lorsqu'on expose le sulfate de manganèse en petite quantité à la haute température d'une forge d'essai dans un creuset brasqué, le sulfure qui en résulte se fond et se présente sous la forme d'un culot caverneux, à cassure grenue et cristalline, d'un gris de fer foncé avec un éclat demi-métallique. Si l'on n'emploie qu'une petite quantité de sulfate, le sulfure est de même nature que le précédent, et le sel en donne, à très-peu près les 0,59 de son poids; mais si l'on opère sur une quantité un peu considérable, on obtient moins de 0,59 de sulfure, et ce sulfure renferme moins de 0,36 de soufre, parce qu'il arrive alors qu'une portion du sulfate est décomposée par la chaleur avant que la réduction ait pu se propager jusqu'au centre de la masse.

Le sulfure de manganèse est tellement avide d'oxigène, que lorsqu'on le traite par l'acide nitrique, même concentré, ou par l'eau régale, il décompose toujours en même temps l'eau et l'acide. On ne peut l'analyser exactement qu'en le chauffant avec du nitre, ou, mieux, avec du nitrate de baryte.

Sulfates de fer.

J'ai réduit au creuset brasqué le protosulfate de fer et le persulfate que l'on obtient en évaporant à siccité une dissolution de protosulfate mêlée d'acide nitrique. En opérant sur 20g., il est résulté des deux sulfates deux sulfures absolument

semblables l'un et l'autre, pour l'aspect, au sulfure que l'on prépare en fondant du fer avec un excès de soufre, c'est-à-dire au protosulfure FS^2 : cependant, en analysant ces sulfures, j'ai trouvé dans le premier 0,34 de soufre, et dans le second 0,325 au lieu de 0,37 qu'en renferme le protosulfure. Il est évident que cette différence vient de ce qu'une certaine portion des sulfates est décomposée par la chaleur avant qu'elle puisse être atteinte par la cémentation, et que, si l'on n'opérait que sur de très-petites masses, ou si l'on graduait très-lentement la chaleur, la réduction aurait lieu sans aucune perte de soufre, et produirait par conséquent le sulfure FS^2 parfaitement pur.

Les sulfures de fer qui contiennent moins de soufre que le protosulfure, sont des mélanges de ce dernier et de fer à l'état de fonte. Le sulfure FS n'existe pas, ou du moins il ne peut pas se former par la voie sèche. J'ai fondu au creuset brasqué 20g. de protosulfure FS^2 artificiel avec 12g. de fil de fer : ce mélange, au lieu de produire le sulfure FS dont il contenait les élémens, a donné deux culots superposés qui se sont séparés sous le choc du marteau; l'un, semblable par l'aspect au sulfure ordinaire, et l'autre, analogue à la fonte, demi-ductile, gris de fer, et à cassure lamelleuse : ce dernier contenait 0,025 de soufre, c'était de la fonte mêlée de sulfure; le premier était au contraire du protosulfure mêlé d'un peu de fonte. Ces deux substances ne se séparent jamais complétement l'une de l'autre, et il m'est arrivé plusieurs fois d'obtenir des culots dans lesquels elles étaient comme entrelacées d'une manière plus ou moins distincte, parce que

je n'avais pas tenu ces culots en fusion pendant un assez long-temps : alors on aperçoit presque toujours le sulfure cristallisé en trémies pyramidales et très-aiguës au milieu de la masse de fonte ; d'autres fois, au contraire, on trouve au milieu des culots de sulfure qui résultent de la décomposition du sulfate de fer par le charbon, des grains de fonte qui s'en détachent aisément, quoiqu'ils ne soient pas plus gros que la tête d'une épingle.

Il me paraît très-vraisemblable qu'il en est du carbure de fer comme du sulfure, et que cette substance peut constituer avec le fer des mélauges dans lesquels elle est retenue par simple adhérence. Les fontes carburées ne sont probablement que des mélanges de cette espèce, et non des combinaisons particulières de fonte et de carbone.

Toutes les fois que l'on chauffe du protosulfure dans un creuset brasqué il diminue notablement de poids. Ce fait semble prouver qu'il est décomposé par le charbon ; mais cette décomposition est lente et elle exige une haute température.

Sulfures composés.

Les sulfures alcalins et les sulfures alcalins terreux s'unissent très-aisément entre eux, et avec la plupart des sulfures métalliques, par la voie sèche. Quoique cette union puisse avoir lieu à-peu-près en toutes proportions, les corps qui en résultent sont de véritables combinaisons et non pas de simples mélanges. En effet, ces corps sont parfaitement homogènes, et ne conservent souvent aucune trace des propriétés physiques de leurs composans ou du moins d'un de leurs composans. Il y eu a un grand nombre

qui sont facilement fusibles quoiqu'ils renferment, même en assez forte proportion, un sulfure infusible par lui-même ; enfin on observe que lorsque l'on chauffe, à quelque température que ce soit, des sulfures de densités très-différentes, jamais-on ne les obtient en culots superposés, ainsi que cela arrive quand on traite de cette manière deux substances qui ne sont douées d'aucune affinité l'une pour l'autre, et qui n'ont pas la même pesanteur spécifique, par exemple un métal et un silicate fusible. Ces combinaisons de sulfures sont analogues aux alliages et aux matières vitreuses.

On obtient les combinaisons de sulfures en chauffant, à une température suffisante pour fondre ces combinaisons, soit des sulfures dans des creusets brasqués ou non, soit des sulfates dans des creusets brasqués. Le dernier procédé est le plus simple, et c'est celui que j'ai suivi pour préparer les composés que je vais faire connaître. J'ai opéré dans une forge d'essai, c'est-à-dire à la température de 150° au moins, toutes les fois que j'ai eu à traiter des sulfures fixes ; mais lorsque l'un de ces sulfures était volatile, j'ai employé un fourneau à vent ordinaire qui donnait environ 70° de chaleur.

Sulfate de potassium et de barium.

5g. de sulfate de potasse, et 5g. de sulfate de baryte, ont donné un culot de sulfure pesant 5g.,6, et qui, par conséquent, devait contenir :

Sulfure de potassium.....	0,357
Sulfure de barium.....	0,643

Il en résulte que plus de la moitié du sulfure de potassium produit par le sulfate de potasse s'est volatilisé pendant l'opération.

Le sulfure double était bien fondu, un peu spongieux, grenu, cristallin, translucide et d'un rouge de chair foncé : il s'est dissous dans l'eau en produisant une chaleur sensible, mais peu considérable, et sans laisser de résidu.

Sulfure de potassium et de cuivre.

5g. de sulfate de potasse, et 5g. de sulfate de cuivre calciné, ont donné un culot de sulfure pesant 5g.,6 qui devait être composé de :

Sulfure de potassium.....	0,55
Sulfure de cuivre.....	0,45

La volatilisation a été presque nulle : le culot était arrondi, mais excessivement boursoufflé, d'un noir légèrement métalloïde, et ressemblant à une scorie de forge : il avait une saveur caustique et sulfureuse. Les morceaux, exposés à l'air, se sont effleuris. L'eau le décompose en dissolvant le sulfure de potassium, et laisse le sulfure de cuivre sous la forme d'une poudre noire.

Si la composition du sulfate de potassium ou de la potasse n'était pas connue, il serait facile de la déterminer en analysant avec soin l'un des sulfures doubles dont je viens de parler.

Sulfure de sodium et de calcium.

10g. de sulfate de soude fondu, et 25g. de sulfate de chaux cristallisé, ont produit 14g.,15 de sulfure double composé de :

Sulfure de sodium.....	0,26
Sulfure de calcium.....	0,74

Il s'est volatilisé une quantité considérable de sulfure de sodium. Le composé formait un culot caverneux et bulleux, d'un rose rougeâtre un peu nacré, à cassure grenue et cristalline. Il se dissolvait complétement dans l'acide muriatique, et la dissolution ne contenait pas la moindre trace d'acide sulfurique.

Le même sulfure, soumis à la température de 150°, s'est converti en une masse compacte, grenue et cristalline, et il a éprouvé une perte de 0,16, due à la volatilisation d'une partie du sulfure de sodium qu'il contenait.

Sulfure de sodium et de plomb.

10g. de sulfate de soude fondu et 20g. de sulfate de plomb ont donné un culot pesant 19g., compacte, fragile, à cassure unie, d'un gris de plomb assez éclatant. Il adhérait, par sa partie inférieure, à un petit bouton de plomb pur, du poids de 3g.,5. L'eau décompose le sulfure double, en dissolvant tout le sulfure de sodium. Le résidu est le sous-sulfure de plomb PS; car, en le faisant bouillir avec de l'acide nitrique concentré, jusqu'à ce que tout le soufre soit brûlé, il ne se convertit pas en entier en sulfate, et la liqueur contient du nitrate de plomb. S'il n'y eût eu aucune volatilisation de sulfure, le culot aurait pesé 20g.,3, au lieu de 19g.. Il devait contenir 0,20 à 0,25 de sulfure de sodium.

Sulfure de sodium et d'antimoine.

10g. de sulfate de soude fondu, et 15g. de sulfure d'antimoine natif, ont produit un culot pesant 17g. ; il aurait dû peser 20g.,5 : ainsi, il s'est volatilisé, pendant l'opération, environ 3g.,5 de sulfure d'antimoine et de sulfure de sodium. Le culot était compacte, à cassure luisante, d'un brun rouge peu foncé, et sans aucun éclat métallique. Il contenait un petit bouton de régule d'antimoine à sa partie inférieure ; mais le poids de ce bouton s'élevait à peine à 0g.,5. Le sulfure double devait être composé, à peu près, de :

Sulfure d'antimoine.....	0,77
Sulfure de sodium	0,23

Il était déliquescent : en le traitant par l'eau bouillante, on a obtenu une liqueur brune, opaque, et un résidu de kermès d'une teinte foncée : la liqueur, ayant été neutralisée peu-à-peu avec de l'acide muriatique, a déposé du kermès jusqu'à la fin, et n'a pas donné de soufre doré; elle s'est complétement décolorée, et il s'en est dégagé du gaz hydrogène sulfuré, mais en petite quantité. On pourrait préparer, par ce procédé, du kermès très-beau et très-pur.

Sulfure de sodium et de manganèse.

5g. de sulfate de soude fondu, et 10g. de sulfate de manganèse calciné, ont donné un culot de sulfure double bien fondu, compacte, à cassure grenue, opaque, d'un rouge analogue à la couleur du tartre brut, sans éclat métallique. Ce culot pesait 7g.,8 : d'après cela, on trouve aisément qu'il devait contenir 0,26 de sulfure de sodium. Ainsi, le sulfure de manganèse, qui est métallique et d'un noir foncé, et que l'on ne peut fondre qu'en employant la chaleur d'une forge d'essai, perd son éclat et sa couleur, et devient fusible à la température de 60°, lorsqu'on le mêle avec le tiers de son poids de sulfure de sodium. Il me semble résulter de cette observation la preuve évidente qu'il y a combinaison dans l'union des deux sulfures.

Sulfure de barium et de cuivre.

5g. de sulfate de baryte, et 10g. de sulfate de cuivre calciné, ont donné un culot pesant 8g.,10 (1). Ce culot était parfaitement fondu, compacte, fragile, très-lamelleux, d'un gris de bronze à l'extérieur, mais d'un gris de plomb éclatant à l'intérieur; il ressemblait beaucoup à

(1) Cet essai et tous les suivans ont été faits à la température de 150°.

de la galène. On y apercevait çà et là quelques grenailles de cuivre rouge. Il s'est promptement effleuri à l'air. Il devait contenir :

Sulfure de barium..... 0,45
Sulfure de cuivre..... 0,55

Sulfure de barium et de fer.

Dans ce composé, le sulfure de barium acquiert l'aspect métallique, et un éclat que n'a pas même le sulfure de cuivre pur.

10g. de sulfate de baryte, et 10g. de protosulfate de fer, ont donné un culot pesant 11g.,5. Ce culot était parfaitement fondu, homogène, compacte, sans bulles, à cassure unie ou légèrement cristalline, et d'un gris métallique foncé, sans aucune teinte du jaune de bronze du protosulfure de fer pur. Il devait être composé de :

Sulfure de barium..... 0,626
Protosulfure de fer..... 0,374

Sulfure de barium et de plomb.

Ici une demi-partie de sulfure de fer suffit pour donner l'aspect métallique au sulfure de barium.

15g. de sulfate de baryte et 15g. de sulfate de plomb ont donné un culot qui n'a pesé que 17g.; ce qui prouve qu'il y avait eu une grande volatilisation de sulfure de plomb. Il était bien fondu, mais un peu bulleux, à cassure lamelleuse, brillante, d'un jaune sale, sans éclat métallique : il était recouvert d'une grande quantité de grenailles de plomb pur. En traitant ce sulfure par l'eau, il s'en est séparé du sulfure de plomb, et l'on a reconnu que la proportion de ce sulfure s'élevait à peine à 0,10.

Sulfure de calcium et de cuivre.

5g. de sulfate de chaux cristallisé, et 10g. de sulfate de cuivre distillé, ont donné un culot parfaitement fondu, pesant 6g.,47 : il était bulleux, à cassure grenue et cristalline, d'un gris

métallique bleuâtre, et il ressemblait assez à du sulfure d'antimoine. On y voyait quelques grenailles très-petites de cuivre rouge : l'acide acétique en a séparé le sulfure de calcium avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré, et sans dissoudre la plus petite trace de cuivre. Il devait être composé de :

Sulfure de calcium..... 0,33
Sulfure de cuivre..... 0,67

Sulfure de calcium et de fer.

20g. de sulfate de chaux cristallisé, et 20g. de protosulfate de fer anhydre ont donné un culot pesant 17g.,23. Ce culot était fondu et arrondi, mais très-boursoufflé et caverneux, et d'un gris-blanc métallique, peu éclatant. Il devait contenir :

Sulfure de calcium..... 0,49
Protosulfure de fer..... 0,51

Sulfure de magnésium, de cuivre et de fer.

J'ai essayé aussi de combiner le sulfure de magnésium avec le sulfure de cuivre et avec le sulfure de fer; j'ai effectivement obtenu ces combinaisons, même en culots fondus, en réduisant divers mélanges de sulfate; mais je n'ai pas pu réussir à les obtenir parfaitement pures, et elles se sont toujours trouvées contenir une assez grande proportion de maguésie. La présence d'un sulfate alcalin n'a pas pu non plus déterminer la réduction complète du sulfate de magnésie en sulfure de magnésium, et empêcher qu'une grande partie de ce sel ne se décomposât, en laissant un résidu de magnésie.

RECHERCHES

Sur les mortiers, etc.; par L.-J. Vicat, 1 *vol. in-4*, 1818.

MÉMOIRE

Relatif à la fabrication des pouzzalanes artificielles; par le même, An. de chim., *tom.* 15, *pag.* 365.

Extrait; par M. COMBES, Élève-Ingénieur des Mines.

Pierres à chaux.

Les calcaires dont on retire la chaux par la calcination sont purs ou mélangés de substances étrangères, telles que la silice, l'alumine, la magnésie, les oxides de fer et de manganèse. Quand la pierre calcaire est pure, la calcination ne produit point d'autre effet que celui de chasser l'acide carbonique combiné avec la chaux. Il est indifférent, pour ces sortes de pierres, de les calciner trop long-temps ou à une température plus élevée que celle qui est strictement nécessaire pour chasser l'acide carbonique.

Effet de la cuisson.

Quant aux calcaires mélangés de silice, d'alumine ou d'oxides de fer et de manganèse, l'action du feu, après avoir chassé l'acide carbonique, opère une combinaison entre la chaux et les autres oxides : ici, si l'on élève trop la température, cette combinaison éprouvera un commencement de fusion ou de vitrification, et la chaux ne sera plus susceptible de fuser par l'action de l'eau. Il est donc nécessaire de calciner seulement au degré convenable la seconde espèce de pierres calcaires.

La combinaison de la silice avec la chaux est prouvée par la différence d'action de l'acide ni-

trique sur la pierre calcaire silicifère avant et après la calcination Avant, la pierre se dissout en laissant un résidu sableux ; après, elle se dissout complétement. Cependant, pour que ceci ait lieu, il faut que la silice soit en particules très-fines, et disséminée dans la pierre ; lorsqu'elle s'y trouve à l'état de sable assez gros ou de sable fin non intimement mélangé, elle ne devient pas soluble dans les acides par la calcination.

Chaux grasses et maigres.

Les chaux provenant de la calcination du marbre ou des calcaires qui s'en rapprochent par leur pureté, jouissent de la propriété de foisonner beaucoup, c'est-à-dire d'augmenter considérablement de volume par l'extinction ordinaire : on les a appelées chaux grasses. Les chaux provenant de pierres calcaires mélangées de substances étrangères, quelle que soit leur nature, foisonnent moins que les premières : on les a appelées chaux maigres.

On a appelé chaux moyennes celles qui foisonnent moyennement : on conçoit qu'il n'y a point de ligne de démarcation entre ces diverses espèces de chaux.

Propriétés de ces chaux.

Toutes les chaux grasses, réduites en pâte molle par l'extinction et mises ensuite sous l'eau ou dans un bassin imperméable à l'air, peuvent rester un grand nombre d'années sans acquérir la moindre consistance ; mais si on forme avec la pâte de petits solides, et qu'on les expose au contact de l'air et à couvert, ces solides contractent, par la dessiccation et par l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère, une dureté considérable, et deviennent susceptibles de recevoir un beau poli.

L'inverse a lieu pour les chaux maigres en

général ; c'est-à-dire qu'elles durcissent sous l'eau ou dans un bassin imperméable, tandis qu'au contact de l'air, elles n'acquièrent qu'une consistance crayeuse et ne deviennent jamais susceptibles de recevoir le poli.

Il faut excepter les chaux maigres dont nous avons déjà parlé, qui ne se dissolvent pas complétement dans l'acide nitrique : ces sortes de chaux se comportent à-peu-près comme les chaux grasses.

Chaux hydrauliques et communes.

Comme toutes les chaux maigres ne jouissent pas de la propriété de durcir sous l'eau, il vaut mieux substituer à la division énoncée plus haut la division en chaux hydrauliques, c'est-à-dire susceptibles de durcir sous l'eau sans addition, et chaux communes, qui ne jouissent pas de la même propriété. Il n'y a point encore de ligne nette de démarcation entre les chaux hydrauliques et les chaux communes.

Une chaux hydraulique, réduite par l'extinction ordinaire en bouillie liquide, rejette, en se solidifiant sous l'eau, une portion de celle qu'elle contenait d'abord ; si elle est en pâte ferme, elle se solidifie encore en absorbant une nouvelle quantité d'eau : d'où il suit que les élémens d'une chaux hydraulique tendent à s'unir plus intimement par l'intermède d'une certaine quantité d'eau qui passe à l'état solide.

Composition des chaux hydrauliques.

On a beaucoup discuté sur la question de savoir quelle est la substance qui donne aux chaux la propriété de durcir sous l'eau : les uns ont regardé l'oxide de fer comme essentiel dans une chaux hydraulique, d'autres ont cru que l'oxide de manganèse jouait le rôle principal. Il résulte d'expériences certaines, qu'il y a de bonnes chaux hydrauliques qui ne contiennent ni oxide de fer

ni oxide de manganèse. En outre la composition des chaux hydrauliques est très-variable : les unes ne renferment presque que de la silice, d'autres en contiennent très-peu. En quoi diffèrent les propriétés de ces chaux, dont les principes ne sont pas identiques? La question n'est point encore résolue. Toutefois la plupart des chaux hydrauliques renferment sur-tout de la silice et de l'alumine.

Chaux hydrauliques factices.

Puisque la silice et l'alumine ne sont que mélangées dans la pierre à chaux, et que la combinaison est l'effet de la calcination, il était naturel de croire que l'on pourrait fabriquer des chaux hydrauliques avec des calcaires donnant de la chaux grasse, pourvu que l'on ajoutât avant la cuisson les substances différentes de la chaux que l'on trouve dans la plupart des chaux hydrauliques. En effet, l'expérience a prouvé qu'on pouvait transformer des chaux communes en chaux hydrauliques. On a laissé une chaux commune grasse se réduire spontanément en poudre fine dans un endroit sec et couvert; on l'a pétrie ensuite, à l'aide d'une certaine quantité d'eau, avec de l'argile, et on en a fait des boules qui ont été séchées et cuites ensuite dans un four à chaux.

Les chaux communes très-grasses peuvent comporter 20 d'argile pour $\frac{0}{0}$; les chaux moyennes en ont assez de 15; 10 et même 6 suffisent pour celles qui ont déjà quelques qualités hydrauliques. Lorsqu'on force la dose jusqu'à 35 ou 40, la chaux que l'on obtient ne fuse pas; mais elle se pulvérise facilement, et donne, lorsqu'on la détrempe, une pâte qui prend corps sous l'eau très-promptement.

Par ce procédé, on peut faire une chaux

hydraulique aussi énergique que l'on veut, puisqu'on est maître des proportions d'argile que l'on ajoute. L'opération peut se faire dans un four à chaux ordinaire. On construira une voûte en pierre calcaire ordinaire, par-dessus cette voûte on placera les boules dont nous avons parlé, et chaque fournée donnera ainsi de la chaux hydraulique et de la chaux commune, que l'on transformera en chaux hydraulique dans la fournée suivante. M. Vicat a formé, avec de la chaux de Champigny et de l'argile de Vanvres, une chaux hydraulique factice très-supérieure à la chaux de Metz. Ce sera une chose à examiner, dans les pays à pierres tendres et crayeuses, s'il ne conviendrait pas de substituer la pulvérisation mécanique à la première cuisson.

Procédés d'extinction.

Il y a trois procédés d'extinction principaux : le premier consiste à immerger la chaux vive dans une quantité d'eau suffisante et à la laisser se déliter, se fondre. Ce procédé est le plus généralement adopté, mais il ne faut point ajouter une trop grande quantité d'eau : c'est aussi un inconvénient de mettre l'eau à plusieurs reprises. On a remarqué que les morceaux déjà échauffés et qui reçoivent l'eau projetée ensuite, se divisent mal, et que la bouillie reste grenue; il faut donc mettre de suite la quantité d'eau suffisante, ou attendre, pour en ajouter, le refroidissement de la masse.

Le deuxième procédé consiste à plonger la chaux vive dans l'eau pendant quelques secondes, et à la retirer avant qu'elle commence à fuser. La chaux se réduit en poudre fine après l'immersion, et il est remarquable que les chaux hydrauliques se divisent mieux que les chaux grasses communes. Pour celles-ci, il faut les

réduire, avant l'immersion, à la grosseur d'une noix, et les accumuler immédiatement après dans des caisses ou futailles, afin de concentrer la chaleur sans que l'eau puisse se vaporiser.

Le troisième procédé consiste à laisser la chaux vive soumise à l'action lente et continue de l'atmosphère : elle se divise ainsi en poussière fine avec un léger dégagement de chaleur et sans vapeurs visibles.

Voici un tableau indiquant les quantités d'eau absorbée, et le volume pris par deux chaux, dont une grasse et l'autre hydraulique, soumises aux trois procédés décrits.

		POIDS de l'eau absorbée.	VOLUME en pâte.
Les pâtes ont toutes la même consistance.	1 kilogr. de chaux commune grasse réduite en pâte par le premier procédé.	2,36	3,10
	Idem, éteinte d'abord par immersion et réduite en pâte.	1,31	1,04
	Idem, éteinte d'abord à l'air et réduite en pâte. . . .	1,48	1,76
	1 kilogr. de chaux hydraulique réduite en pâte par le premier procédé.	1,05	1,37
	Idem, éteinte par immersion et réduite en pâte. . . .	0,71	1,27
	Idem, éteinte à l'air et réduite en pâte.		1,00

Il résulte du tableau ci-dessus que l'on peut faire avec des quantités égales d'une même chaux et des quantités d'eau différentes, des pâtes égales non en volume, mais en consistance; ce qui tient aux différens degrés de ténuité que les particules de la chaux contractent par les trois procédés d'extinction.

Une chose fort remarquable, c'est qu'une chaux éteinte d'abord par immersion, ou spontanément à l'air, n'est point susceptible de se diviser lorsqu'on y ajoute de l'eau, comme elle l'eût fait si on l'eût d'abord éteinte par le procédé ordinaire; ce qui prouve évidemment que les deux derniers procédés d'extinction, outre qu'ils divisent la chaux moins bien que le procédé ordinaire, donnent en outre à ses particules la faculté de tenir quelque temps dans l'eau sans se développer.

Hydrates de chaux.

Nous avons déjà parlé des propriétés distinctives et caractéristiques des hydrates de chaux hydrauliques et de chaux communes. Les hydrates de chaux communes durcissent à l'air, 1°. par la dessication et la combinaison intime de l'eau qui reste avec la chaux; 2°. par la combinaison de celle-ci avec l'acide carbonique. Quant aux hydrates de chaux hydrauliques, ils ne contractent jamais une grande dureté au contact de l'air.

Dans les expériences que M. Vicat a faites à ce sujet, il donnait à tous ses hydrates la même consistance, à-peu-près celle de l'argile préparée pour les poteries. Il formait, avec ces pâtes fermes des prismes quadrangulaires, ayant pour section un rectangle de $0,^{m}04$ de base sur 0,025 de hauteur; il a exposé tous ces hydrates pendant plusieurs jours à la chaleur solaire de l'été; il a raclé la légère couche de carbonate de chaux qui s'était formée à la surface, et il a essayé la dureté des hydrates par un foret, et leur ténacité par le poids nécessaire pour rompre les prismes. Il a ainsi constaté que, pour chaque espèce de chaux, le procédé d'extinction qui divise le mieux la chaux, est aussi celui qui donne la

plus grande dureté aux hydrates; qu'ainsi, pour les chaux communes grasses, les trois procédés d'extinction, rangés par ordre de supériorité, sont, 1°. le procédé ordinaire, 2°. l'extinction spontanée, 3°. l'extinction par immersion.

Pour les chaux hydrauliques l'ordre change et devient :

1°. L'extinction ordinaire, 2°. par immersion, 3°. spontanée.

En essayant ainsi des prismes que l'on a laissés pendant quelques jours seulement exposés à la chaleur solaire, et en ayant soin de racler la croûte de carbonate de chaux qui s'est formée, on estime la dureté et la ténacité de l'hydrate; mais si on laisse ces prismes exposés au contact de l'air pendant un long espace de temps, une année, par exemple, l'acide carbonique régénère une partie de la chaux. L'épaisseur des parties ainsi régénérées au bout du même temps est plus considérable pour les chaux hydrauliques que pour les chaux communes : d'ailleurs cette épaisseur varie considérablement par l'effet d'un grand nombre de causes que l'on peut aisément apercevoir. M. Vicat a soumis à de nouvelles épreuves, au bout d'un an, les bouts des prismes cassés dans la première expérience; il a fait l'épreuve du foret avec beaucoup de soin, et il en a conclu que les trois procédés d'extinction conservaient le même ordre de supériorité déjà indiqué pour les hydrates;

Que certaines chaux communes pouvaient former, par le seul concours de l'eau, des corps aussi durs que beaucoup de pierres calcaires naturelles;

Que l'action de l'air augmente avec le temps la dureté des parties qu'elle peut atteindre;

Que les chaux hydrauliques ne forment que des hydrates légers et tendres;

Que les hydrates de chaux hydrauliques ne contractent point au contact de l'air la même solidité que ceux de chaux communes;

Qu'enfin la dureté de ces composés n'est point du tout proportionnelle à leur ténacité.

L'eau n'attaque point les hydrates de chaux hydrauliques, elle attaque les hydrates de chaux communes en les dissolvant. On concevra, en effet, que les substances combinées dans les chaux hydrauliques doivent s'opposer à la dissolution de la chaux par l'eau. Action de l'eau.

Tableau des duretés et résistances relatives de divers composés de chaux et d'eau.

INDICATIONS.	PROCÉDÉ d'extinction.	RÉSISTANCES RELATIVES		DURETÉS RELATIVES.	
		Hydrate sec.	âgé d'un an.	Hydrate sec.	âgé d'un an.
Chaux très-maigre et éminemment hydraulique et colorée. . . .	1er.	450	1933	0,034	0,054
	2e.	175	1744	0,029	0,049
	3e.	55	1721	0,024	0,025
Chaux moyenne, hydraulique.	1er.	800	2450	0,048	0,080
	2e.	450	1520	0,040	0,075
	3e.	200	1500	0,036	0,037
Chaux très – maigre éminemt. hydraulique et presque blanche. .	1er.	1150	2832	0,067	0,100
	2e.	460	2200	0,064	0,092
	3e.	385	2260	0,042	0,050
Chaux grasse, commune et très-blanche.	1er.	1035	2800	0,121	0,200
	2e.	135	1122	0,033	0,050
	3e.	506	1542	0,039	0,050
Chaux éminemment grasse, commune et très-blanche.	1er.	3690	3634	0,166	0,500
	2e.	810	2767	0,121	0,160
	3e.	3015	4002	0,133	0,200

En soumettant aux expériences précédentes une bonne brique de première cuite, on trouve que sa résistance est exprimée par 5690 et sa dureté par 0,096. Dans le tableau précédent, on remarque que deux chaux très-maigres et éminemment hydrauliques toutes les deux, fournissent des hydrates qui diffèrent d'une manière extrêmement sensible par leur dureté et leur résistance ou ténacité ; l'une de ces chaux est colorée, l'autre ne l'est point. Il serait intéressant de savoir à quoi tient cette différence, et quelles sont les propriétés particulières que communique à la chaux chacune des substances qui peuvent la rendre hydraulique.

Matières que l'on mêle avec la chaux pour obtenir des mortiers.

Les matières que l'on mêle avec la chaux pour obtenir des mortiers, sont les sables et les pouzzolanes. Les sables éminemment siliceux sont assez connus, il suffit de les indiquer.

Pouzzolanes naturelles.

On réunit, sous le nom de pouzzolanes, un grand nombre de substances différentes, qui se composent en général de silice, d'alumine, d'oxide de fer et d'un peu de chaux : on y trouve quelquefois de la magnésie et de l'oxide de manganèse. On distingue les pouzzolanes en naturelles et en artificielles : les premières se trouvent dans les terrains volcaniques, et résultent en général de l'altération, par diverses causes, des produits rejetés par les volcans. Les laves lithoïdes, scoriacées, les basaltes et les cendres volcaniques, l'argile brûlée rouge, ou pouzzolane proprement dite, forment autant de variétés.

Distinction des diverses pouzzolanes.

Les principes élémentaires sont à-peu-près les mêmes dans toutes, mais l'état de combinaison est très-différent. Si l'on traite par l'acide sulfurique diverses pouzzolanes, les unes s'y dissoudront facilement en laissant la silice à l'état gélatineux ; d'autres seront attaquées difficilement ; enfin il y en aura de tout-à-fait inattaquables.

Pouzzolanes artificielles.

Toutes les substances qui renferment à-peu-près les mêmes principes que les pouzzolanes volcaniques, sont susceptibles de les remplacer. Ainsi, les scories de forge, la cendrée, les débris de poterie, la brique pilée, sont autant de pouzzolanes artificielles. Au reste, les propriétés des pouzzolanes sont dues, non à la présence des oxides de fer, ou de manganèse, ou de la chaux, mais à un état de combinaison particulier de la silice et de l'alumine, auquel on peut ramener toutes les argiles douces et grasses au toucher par une légère cuisson. Le moyen qui paraît avoir le mieux réussi jusqu'à présent, consiste à réduire l'argile sèche en poudre très-fine, et à la calciner pendant quelques minutes, sur des plaques métalliques chauffées au rouge brun : cette calcination peut s'effectuer aisément dans un four à réverbère. Il est probable que ce moyen de former des pouzzolanes factices sera employé lorsqu'on aura imaginé un moyen plus commode de calcination. Il faut observer que, pour obtenir de bonnes pouzzolanes factices, il ne faut point soumettre l'argile à un feu très-fort. Ce fait, bien constaté, est diamétralement opposé à l'opinion assez généralement répandue auparavant, qu'il fallait soumettre les substances destinées à faire l'office de pouzzolanes à la plus haute température possible.

Pouzzolanes factices.

Des mortiers en général.

Un mortier quelconque est formé avec de la chaux et l'une des substances dont nous venons de parler. Souvent il entre dans la composition du mortier à-la-fois du sable et des pouzzolanes. Les mortiers peuvent être distingués en deux

grandes classes, les mortiers hydrauliques destinés aux constructions qui doivent être sous l'eau, et les mortiers ordinaires.

Mortiers hydrauliques ou bétons.

Les bétons ont été soumis à deux épreuves principales : la première a fait connaître le temps employé par chacun d'eux à parvenir à un degré de consistance déterminée, le second a eu pour but de déterminer leur dureté relative à diverses époques.

L'instrument servant à la première épreuve était une tige d'acier enfoncée par un bout dans un culot de plomb. La vitesse du durcissement a été indiquée par le nombre de jours qui se sont écoulés depuis l'immersion du béton jusqu'à celui où il a pu supporter la tige sans dépression sensible.

La seconde épreuve a été faite en enfonçant une tige aiguë d'acier fondu, soumise à une percussion constante par le moyen d'une machine. M. Vicat a déterminé, par des expériences préliminaires, que « les carrés des nombres qui expriment les enfoncemens de la tige sont réciproquement proportionnels aux résistances à la force qui tend à rompre le béton ». Comme c'est cette dernière résistance qu'il importe le plus de déterminer, elle a été déduite des expériences faites à l'aide de la machine par le calcul, d'après le principe énoncé plus haut. (*Voyez*, pour la description de la machine et pour plus de détails, le Mémoire de M. Vicat, p. 35.)

Les pouzzolanes ont été passées au tamis et bien mêlées à la chaux, de manière à former une pâte ferme, quoique ductile. Les bétons ont été immergés dans cet état, et l'on a pris, pour les contenir, des gobelets coniques de verre blanc

de 0,m10 de hauteur, sur 0,07 à 0,08 de diamètre. Cette enveloppe empêche de reconnaître si le béton aurait, sans son secours, conservé sa forme primitive ; mais c'est ce qu'il importe peu de savoir, puisqu'on n'emploie jamais les bétons sans qu'ils soient maintenus par une sorte d'enveloppe.

Matières que l'on doit ajouter à chaque espèce de chaux.

Les expériences nombreuses de M. Vicat l'ont conduit à conclure que les sables siliceux conviennent aux chaux éminemment hydrauliques ; que les pouzzolanes, facilement attaquées par les acides, conviennent aux chaux très-grasses, et qu'enfin les chaux moyennes demandent, pour donner un bon mortier hydraulique, des pouzzolanes plus difficilement attaquables par les acides, de telle sorte que si l'on écrivait sur une ligne toutes les espèces de chaux, en commençant par les plus grasses, et vis-à-vis les pouzzolanes qui leur conviennent, les sables siliceux placés vis-à-vis les chaux éminemment hydrauliques, seraient joints aux pouzzolanes plus facilement attaquées par l'acide sulfurique, par des pouzzolanes rebelles aux acides, difficilement attaquables, etc.

Influence du procédé d'extinction.

En examinant ensuite l'influence du procédé d'extinction, on a conclu que le procédé d'extinction dépendait à-la-fois et de la nature de la chaux et de la nature de la pouzzolane.

Causes de la solidification.

Pour se rendre compte de ces divers phénomènes, on conçoit qu'un mortier quelconque se solidifie par la combinaison qui se forme entre la chaux et les substances que l'on mêle avec elle : il faudra donc toujours tendre à favoriser cette combinaison. Les pouzzolanes attaquables par l'acide sulfurique le seront aussi par la

chaux, par conséquent elles se combineront plus facilement : celles qui sont rebelles aux acides résisteront aussi à l'action de la chaux.

D'un autre côté, les divers procédés d'extinction divisent inégalement la chaux, comme nous l'avons déjà vu. Plus la chaux est divisée, plus elle doit pouvoir entrer aisément en combinaison avec les substances mêlées avec elle. Ainsi, si l'on veut former un béton avec une chaux éminemment grasse et une pouzzolane facilement attaquable, il faut employer le procédé d'extinction ordinaire, parce qu'on favorise alors l'action très-énergique de la chaux sur la pouzzolane.

Mais il faut encore tenir compte d'nne autre force. Lorsque la chaux est éteinte par l'immersion ou l'exposition à l'air libre, elle tend ensuite, lorsqu'elle est immergée, à prendre un plus grand volume. Le béton étant contenu dans une enveloppe qui ne lui permet point de se dilater, cette tendance produit une compression sur le béton, et le rend par conséquent plus compacte. Remarquons que l'effet dont nous venons de parler est d'autant plus grand, que le foisonnement de la chaux par l'extinction est moindre; ce qui tend, abstraction faite de toute autre considération, à faire préférer les procédés par immersion et spontanée au procédé ordinaire d'extinction : tandis que, pour favoriser la première cause de solidification, on doit adopter le procédé ordinaire. On conçoit maintenant comment il arrive, suivant les cas, que l'un des procédés est supérieur à l'autre. A l'exemple déjà cité, on peut joindre celui-ci, qui est inverse. Si on n'a à sa disposition qu'une chaux très-

grasse et une pouzzolane médiocre, l'affinité sera peu puissante; par conséquent il faudra y suppléer en employant le procédé d'extinction spontanée ou par immersion, qui favorisera la seconde cause de solidification. Pour une chaux éminemment hydraulique et un sable siliceux très-fin, il faut employer le procédé d'extinction qui divise le mieux la chaux, c'est-à-dire le procédé ordinaire, parce que l'affinité entre les chaux hydrauliques et le sable est considérable.

Quantité de chaux à ajouter.

La quantité de chaux que l'on doit employer relativement à telle ou telle pouzzolane, doit être déterminée, dans chaque cas particulier, par une expérience préliminaire.

Action de l'eau sur les surfaces.

Les bétons composés de chaux communes et de pouzzolanes qui ne sont pas très-énergiques, se détériorent à la surface qui est en contact avec l'eau. Si on examine les parties détériorées, on y trouve tous les élémens du mortier, sauf une partie de la chaux qui a été entraînée par l'eau. Ce qui est remarquable, c'est que l'action de l'eau paraît s'arrêter lorsqu'elle a enlevé une portion de chaux faiblement combinée, de telle sorte que la quantité de chaux qui reste est juste celle qui doit donner au béton la plus grande dureté. Ceci ne s'applique évidemment qu'aux bétons de chaux communes; ceux qui sont composés de chaux hydrauliques ne sont en aucune façon attaqués par l'eau, et l'on en conçoit aisément la raison, d'après les propriétés déjà connues des chaux hydrauliques.

Fabrication du beton.

Les bétons doivent être, en général, gâchés fermes autant que possible sans cesser d'être ductiles, pour faire promptement corps sous

l'eau. Il ne faut point laisser les bétons prendre à l'air une demi-fermeté avant de les immerger; il faut employer la chaux éteinte depuis quelques jours. La durée de la prise du béton dépend à-la-fois et des principes constituans et du procédé d'extinction.

Durée de la prise.

Il résulte des expériences :

1°. Que les proportions de chaux et de pouzzolane qui donnent la plus grande dureté, sont aussi les plus favorables à la prise;

2°. Que les deux derniers procédés d'extinction sont plus favorables à la prise que le premier;

3°. Que, sous ce rapport, les pouzzolanes énergiques conviennent aux chaux communes, et les médiocres aux chaux hydrauliques.

Durcissement avec le temps.

Les bétons à chaux communes durcissent plus de la seconde à la troisième année que de la première à la seconde; les bétons à chaux éminemment hydrauliques commencent à cesser de durcir à la fin de la seconde année; les bétons conservent leur ordre de dureté sans cependant conserver les mêmes rapports de dureté; enfin, les mortiers à chaux hydrauliques atteignent plus tôt que les autres leur *maximum* de dureté.

Le tableau suivant est destiné à prouver l'influence réciproque des qualités de la chaux et des autres ingrédiens. Les bétons sont composés, tous, de chaux éteinte par immersion et sont âgés de deux ans.

CHAUX.	MATIÈRES MÉLANGÉES.	RÉSISTANCES RELATIVES.
Éminemment hydraulique.	Sable granitique. . .	2454
	Sable et argile ocreuse cuite, mêlés par moitié.	2040
	Argile ocreuse cuite. .	1620
Éminemment hydraulique, moins énergique que la précédente.	Sable granitique. . .	1500
	Sable et argile ocreuse cuite, mêlés. . . .	1562
	Argile ocreuse cuite.	1108
Moyennement hydraulique.	Sable granitique. . .	238
	Sable et argile cuite mêlés.	1234
	Argile cuite seule. . .	4000
Chaux commune très-grasse.	Sable granitique. . .	0000
	Sable et argile cuite mêlés.	826
	Argile seule.	2040

Mortiers ordinaires.

Les mortiers ordinaires sont tous formés de chaux et de matières siliceuses. Ainsi, sous le rapport de leurs élémens, leur étude paraît plus simple que celle des mortiers hydrauliques; mais, d'un autre côté, ceux-ci sont placés dans un fluide qui reste toujours le même; les autres, au contraire, exposés aux vicissitudes des saisons, pouvant d'ailleurs être placés soit dans les parties basses, soit dans des parties élevées et exposées au soleil, doivent être étudiés sous ces divers points de vue.

Mortiers de chaux commune.

Un mortier composé de chaux grasse commune et de sable n'est point susceptible de prendre une grande dureté. Cette chaux, em-

ployée seule, durcit à l'air, comme nous l'avons vu; lorsqu'on la mêle avec du sable, les particules de chaux, se desséchant séparément, sont régénérées aussi séparément par l'acide carbonique de l'air, et le sable paraît empêcher la chaux de se contracter comme elle le ferait si elle était employée seule : de sorte que des mortiers semblables donnent toujours des masses poreuses et friables.

Mortiers de chaux hydrauliques.

Les chaux hydrauliques rendent, dans les constructions à la surface du sol, d'aussi grands services que dans les constructions qui doivent être submergées : elles forment avec les sables des mortiers extrêmement durs, qui acquièrent une résistance considérable sur-tout quand on les fait dessécher lentement, comme cela sera exposé ci-après.

Mortiers de chaux moyennes.

On conçoit facilement que les chaux moyennes doivent jouir de propriétés intermédiaires entre les deux espèces précédentes.

Sables.

Les sables que l'on mêle aux chaux diffèrent entre eux principalement par leur degré de grosseur. On peut les distinguer en sables gros, sables mêlés et sables fins. Les sables gros conviennent mieux aux chaux communes, les sables fins aux chaux éminemment hydrauliques, les sables mêlés aux chaux moyennes.

Procédés d'extinction.

Les procédés d'extinction rangés par ordre de supériorité pour les chaux communes, sont; 1°. l'extinction spontanée; 2°. l'extinction par immersion; 3°. le procédé ordinaire. Pour les chaux hydrauliques, l'ordre est interverti et devient : 1°. le procédé ordinaire; 2°. l'extinction par immersion; 3°. l'extinction spontanée.

Causes de la solidification.

Les causes de la solidification des mortiers paraissent être l'affinité des chaux pour les matières siliceuses, la tendance du mortier à se développer ou à se contracter, enfin la régénération de la chaux par l'acide carbonique de l'air.

Les chaux communes grasses qui à l'air durcissent lorsqu'on les emploie seules, ne donnent que des corps poreux et friables lorsqu'elles sont mêlées avec du sable; ce qui annonce que ces chaux n'ont qu'une très-faible action sur les particules siliceuses. Le sable que l'on mêle à ces chaux les empêche de se contracter à mesure qu'elles se dessèchent : c'est là ce qui fait qu'elles ne peuvent point prendre la dureté que les hydrates de chaux seuls prennent au contact de l'air; et l'on conçoit encore facilement, d'après cette dernière observation, pourquoi le procédé ordinaire, qui produit un foisonnement considérable, est contraire à la solidité de ces mortiers.

Les chaux hydrauliques paraissent avoir acquis, par leur combinaison avec une certaine dose de silice et d'alumine, la faculté de se combiner ensuite plus énergiquement avec de nouvelles quantités de sable; et cette combinaison se fait d'autant mieux, que la chaux et le sable sont plus divisés, et que le mortier est tenu plus long-temps dans un état d'humidité favorable à la combinaison. Cette théorie est parfaitement d'accord avec la supériorité du procédé d'extinction ordinaire, qui divise mieux la chaux que tous les autres, et avec les expériences qui prouvent qu'il faut employer un sable très-fin. La dessication lente favorise singulièrement le durcissement des mortiers faits avec des chaux hydrauliques, tandis que la même cause ne pro-

duit presque point d'effet sur les mortiers à chaux communes.

Enfin les chaux moyennes jouissent de propriétés intermédiaires entre les deux espèces de chaux précédentes.

Effets de l'extinction spontanée sur les chaux communes.

On ne conçoit point d'abord pourquoi l'extinction spontanée est supérieure à l'extinction par immersion, pour ce qui regarde les chaux communes. M. Vicat a observé qu'une longue exposition à l'air dans un lieu couvert et fermé au vent, donne à ces sortes de chaux un commencement de propriétés hydrauliques.

Voici deux expériences faites avec une chaux commune moyenne, que nous citerons pour exemple.

Cette chaux a été éteinte à l'air et mesurée en pâte. Quelques jours après la réduction de la chaux en poudre, 1,33 de chaux et 2 parties de ciment de brique ont formé un béton dont la résistance, au bout d'un an, a été représentée par 907.

La même quantité de chaux employée avec la même quantité de ciment, mais un an après la réduction de la chaux en poudre, a donné un béton dont la résistance, au bout d'un an, a été représentée par 2366.

D'autres expériences ont confirmé ce résultat.

Conclusions.

En nous résumant, nous conclurons de ce qui précède que, dans les mortiers ordinaires, les chaux grasses communes agissent plutôt physiquement comme des gangues susceptibles de retrait, qui enveloppent des corps solides implantés, tandis que les chaux hydrauliques agissent chimiquement par leur affinité pour le sable. Que l'on détruise les circonstances favorables à l'affinité, en soumettant, par exemple, les mortiers composés de chaux hydrauliques à une dessication rapide, on n'aura plus alors que des corps peu solides, parce que, sans eau, le sable et la chaux n'agiront plus chimiquement l'un sur l'autre.

Proportions relatives de chaux et de sable.

Les expériences prouvent que, pour une même quantité de chaux, les quantités de sables doivent varier en raison du procédé d'extinction employé, et même en raison du plus ou moins de rapidité de la dessication. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que les proportions doivent se rapprocher d'autant plus de celles qu'a données l'expérience pour les agrégés dus à une simple juxta-position, que les circonstances locales opposent de plus grands obstacles au développement des affinités. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, il faut moins de sable dans les mortiers placés dans un grenier, et séchés assez vite sans jamais être mouillés. Il en faut plus dans ceux qui, rafraîchis par les rosées, les pluies, exposées au contact de l'air libre, sont restés plus long-temps humides, et ont couru plus de chances pour le développement des affinités et la fixation de l'acide carbonique.

Fabrication du mortier.

La chaux et le sable doivent être bien mélangés: un excès de trituration paraît tout-à-fait inutile dans le plus grand nombre de cas; cependant une expérience faite sur une chaux commune triturée pendant quatre jours avec du sable sous des pilons, semble prouver que si on tient un pareil mortier exposé à l'humidité,

l'excès de trituration le rend susceptible d'acquérir une très-grande résistance.

Observations.

A quelle époque le mortier atteint-il son *maximum* de résistance? On sent que si ce terme était très-éloigné, les expériences faites sur des mortiers âgés de deux ou trois ans ne seraient point du tout concluantes. Mais en comparant, sous le rapport de la dureté, quelques mortiers du moyen âge et d'autres moins anciens avec des mortiers de douze à vingt mois, fabriqués avec les mêmes chaux, on a trouvé des différences qui ne tiennent qu'à l'inégalité des proportions de sables employés. Ces faits prouvent donc qu'une pièce de mortier d'un petit volume, exposée à l'air, parvient en fort peu de temps (dix-huit à vingt mois) à un degré de dureté qui, s'il n'est pas tout-à-fait le plus grand possible, approche du moins beaucoup de ce terme.

MÉMOIRE

Sur la chaux et le mortier en général, et en particulier sur la différence entre les mortiers de chaux de coquilles de moules et de pierres calcaires, avec la théorie des mortiers;

Par M. J.-F. JOHN, Docteur en médecine, Professeur de chimie et membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes.

EXTRAIT (1).

Le Mémoire de M. John, composé pour répondre à la question suivante, mise au concours par la Société Hollandaise des sciences, a été couronné en 1818 par cette Société.

Question. *Quelle est la cause chimique en vertu de laquelle la chaux de pierre fait en général une maçonnerie plus solide et plus durable que la chaux de coquilles, et quels sont les moyens de corriger à cet égard la chaux de coquilles?*

Les coquilles sont presque uniquement composées de carbonate de chaux, ainsi qu'on peut en juger par les analyses suivantes :

(1) Cet extrait a été fait sur une traduction abrégée du mémoire allemand, présentée par M. l'ingénieur en chef Vauvilliers à M. le Directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines.

	HUITRES SANS CROUTES.	CROUTES D'HUITRES.	MOULES DE RIVAGE.
Chaux	0,5425	0,4830	0,5550
Magnésie	0,0050	»	»
Acide carbonique	0,4200	0,3870	0,4250
Mucus membraneux	0,0100	0,1000	
Mucus soluble. Chlorure de Sodium. Sulfate alcalin	0,0150	0,0300	0,0200
Phosphate de chaux. Oxide de fer. Oxide de manganèse.	0,0025		
Eau	0,0050	»	»
	1,0000	1,0000	1,0000

Un grand nombre d'analyses font voir que les pierres à chaux ordinaires contiennent, outre le carbonate de chaux, une quantité très-variable de matières terreuses intimement mélangées : le tableau ci-dessous en présente quatre exemples.

	PIERRES DE LA BELGIQUE. Brids.	Namur.	Liége.	PIERRE de Berlin.
Carbonate de chaux	0,9575	0,9400	0,9625	0,7900
Carbonate de magnésie	0,0050	0,0150	0,0150	.....
Matières insolubles dans les acides : Silice	0,0175	0,0200	0,0200	0,0800
Matières insolubles dans les acides : Alumine	0,0050	0,0100		0,0800
Matières insolubles dans les acides : Oxide de fer	0,0025	0,0050		.....
Matières insolubles dans les acides : Charbon	0,0050	0,0050		0,0050
Matières insolubles dans les acides : Chaux	.....	.....	.....	0,0100
Eau	.....	.....	.....	0,0250
Hydrochlorate de soude. Sulfures de potasse et de chaux	0,0075	0,0050	0,0025	.....
	1,9000	1,0000	1,0000	0,9900

On admet généralement que l'endurcissement des mortiers est dû à une régénération de la pierre calcaire, qui s'opère, à l'aide du temps, par l'absorption de l'acide carbonique de l'air. Beckmann adopte cette opinion dans sa Technologie, et il ajoute que l'eau combinée dans l'hydrate de chaux s'évapore à mesure que le carbonate de chaux se reproduit, et que celui-ci prend vraisemblablement une structure cristalline, en vertu de laquelle les pointes des cristaux pénètrent de toutes parts dans les pores des pierres ; ce qui augmente considérablement la force avec laquelle le mortier lie la maçonnerie.

Il est certain que les mortiers durcissent à mesure que l'hydrate de chaux qu'ils renferment se convertit en carbonate, et que, lorsque cette conversion est à-peu-près complète, ils possèdent une grande solidité. On fit un mortier avec du sable et de la chaux de coquilles de moules ; on suspendit des boules de ce mortier dans des récipiens remplis de gaz acide carbonique, et on les plongea dans l'eau de ces récipiens : au bout de peu de temps, ces boules acquirent une dureté et une cohésion aussi grandes que celles de très-bons mortiers anciens complétement solidifiés ; mais la conversion de l'hydrate de chaux en carbonate ne s'opère que très-lentement par la seule exposition à l'air ; et voilà pourquoi les mortiers qui ne durcissent que par cette seule cause, conservent pendant si long-temps leur état de mollesse. Des mortiers composés d'hydrate de chaux préparé avec de la pierre calcaire pure (marbre de Carrare), des coquilles d'œufs ou des coquilles d'huîtres,

et de diverses proportions de sable, ont été abandonnés à l'air pendant un an et demi : aucun ne s'est trouvé parfaitement durci au bout de ce temps, et leur saveur indiquait qu'ils contenaient encore une grande quantité de chaux caustique. S'il faut plusieurs années pour que des mortiers en couches minces se saturent entièrement d'acide carbonique, combien n'en faut-il pas pour que des mortiers renfermés dans des maçonneries épaisses, absorbent une quantité suffisante de cet acide pour se solidifier? Lorsqu'on démolit dernièrement un des piliers de la tour de Saint-Pierre, à Berlin, bâtie depuis quatre-vingts ans, sur 27 pieds de diamètre, on trouva le mortier de l'intérieur de la maçonnerie aussi frais que s'il n'avait été employé que depuis quelques jours : il avait la saveur caustique, et il formait du lait de chaux avec l'eau.

Il y a des mortiers qui se solidifient presque instantanément; leur solidification doit être due, dans ce cas, à une autre cause qu'à l'absorption de l'acide carbonique. Les expériences de Guyton de Morveau sur l'action mutuelle des terres, tant par la voie sèche que par la voie humide, donnèrent lieu de penser à M. John qu'une action analogue pourrait bien s'exercer entre la chaux et les matières terreuses dont se composent les mortiers, et être la cause du durcissement de ceux-ci. En conséquence il versa de l'eau de chaux en excès dans la liqueur des caillous, et il obtint un précipité qui, après avoir été bien lavé et desséché entre des feuilles de papier Joseph, se trouva composé de

Silice	0,4615	1,0000
Acide carbonique	0,0769	
Chaux	0,2420	
Eau	0,2196	

Ce précipité contenait évidemment, ainsi que l'avait annoncé Guyton, une combinaison de silice et de chaux : cette combinaison est analogue au tafelspath.

Pour savoir s'il y a des mortiers qui doivent leur dureté à une combinaison du même genre, M. John a soumis à l'analyse plusieurs mortiers anciens et modernes qui jouissent à un haut degré des qualités requises pour les constructions : il les a trouvés composés comme il suit :

	MORTIERS A L'AIR.						MORTIERS HYDRAULIQUES.		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Acide carbonique	0,0600	0,0575	0,0175	0,0500	0,0900	0,1200	0,0050	0,0225	0,0225
Chaux à l'état de carbonate	0,0800	00,7811	0,0260	0,0663	0,1194	0,1591	0,0070	0,0295	0,0298
Chaux combinée avec d'aut. substances	0,0170	0,0431	0,0665	0,0207	0,0322	0,0809	0,0305	0,0395	0,2977
Silice combinée	0,0100	0,0115	0,0375	0,0125	0,0025	0,0025	0,0200	0,0035	0,0800
Quarz et sable	0,8000	0,8010	0,7850	0,8375	0,6884	0,5600	0,7750	0,8950	0,3300
Alumine, oxide de fer	.....	.....	.....	.....	0,0275	0,0275	.....	.....	.....
Eau	0,0330	0,0088	0,0675	0,0130	0,0400	0,0500	0,1625	0,0100	0,2400
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

(1) Mortier de cent ans, provenant des joints extérieurs de l'église de Saint-Pierre, à Berlin.

(2) Mortier de cent ans, provenant des joints intérieurs de la même église.

(3) Mortier de six cents ans, provenant d'une

fondation encombrée de la même église; très-dur et très-tenace.

(4) Mortier de six cents ans, provenant des murs de la cathédrale de Brandebourg.

(5) Mortier romain, provenant d'un mur de ville construit à Cologne sous Agrippa, dans le premier siècle de l'ère chrétienne.

(6) Mortier romain provenant d'une tour bâtie par Agrippa.

Il paraît que, dans les deux derniers mortiers, la portion de chaux non saturée d'acide carbonique est combinée avec de l'alumine.

(7) Mortier de trois cents ans, provenant de l'enceinte du château de Berlin.

(8) Ancien mortier hydraulique romain.

(9) Mortier de Trève, âgé de quatre ans.

On voit, par ces analyses, qu'aucun de ces mortiers ne contient une quantité d'acide carbonique suffisante pour la saturation de la chaux; mais que, d'un autre côté, une portion de cette terre est unie chimiquement, à la manière des corps terreux naturels, soit avec de la silice, soit avec de l'alumine, soit avec de l'oxide de fer, peut-être même quelquefois avec ces trois substances à-la-fois.

On conçoit que des mortiers aussi anciens (en exceptant le mortier de Trève) ne doivent plus contenir d'hydrate de chaux; aussi ne peuvent-ils plus absorber d'acide carbonique lorsqu'on les plonge daus ce gaz pur. Dans les mortiers qui sont à découvert, la chaux attire l'acide carbonique de l'air; dans ceux qui sont toujours mouillés, la chaux attire bien plus rapidement encore l'acide carbonique que l'eau tient en dissolution.

On remarque que les mortiers les plus durs et les plus tenaces, tels que les mortiers hydrauliques, sont ceux qui renferment le moins de carbonate de chaux. Il est évident, d'après cela, que c'est à la combinaison terreuse de la chaux qu'ils doivent cette grande solidité.

On pourrait croire que cette combinaison se forme au moment où l'on mêle la chaux en bouillie avec le sable, mais il n'en est pas ainsi: des expériences directes ont prouvé que la chaux n'a aucune action sur les substances pierreuses par la voie humide. En effet, des cristaux de roche, des saphirs et des grenats, ayant été tenus pendant six mois dans de la chaux en bouillie, ne furent nullement altérés et ne perdirent pas la moindre chose de leur poids: d'un autre côté on a vu que, dans les pierres calcaires, la chaux est tout entière combinée avec de l'acide carbonique; il faut donc que ce soit pendant la cuisson de la pierre que se produise le composé de chaux et de silice qui existe dans les mortiers: l'expérience suivante a pleinement confirmé cette induction. Une certaine quantité de pierre calcaire de Berlin, ayant été fortement calcinée, on l'a traitée immédiatement par une grande quantité d'eau bouillante; l'eau a enlevé beaucoup de chaux pure, mais il est resté un résidu composé de silice, d'alumine et de chaux, qui s'est complétement dissous dans l'acide nitrique sans produire aucune effervescence: or, dans son état naturel, la même pierre laisse dans l'acide nitrique un résidu d'argile pure; cette argile est donc rendue soluble dans les acides par l'action que la

chaux exerce sur elle à une haute température (1).

Toutes ces considérations conduisent à la théorie suivante des mortiers. La pierre calcaire calcinée est une combinaison intime de beaucoup de chaux avec une certaine quantité variable de silice, d'alumine et d'oxide de fer; quand la proportion de ces dernières substances n'est pas trop considérable, la combinaison s'éteint et fait une bouillie avec l'eau comme la chaux pure. L'eau la transforme en deux nouveaux composés : l'un, formé des matières terreuses et d'une certaine quantité de chaux analogue au tafelspath, c'est le vrai *ciment;* et l'autre, formé de chaux et d'eau, unis, comme dans l'hydrate ordinaire, dans le rapport de 2 à 1. Le ciment durcit promptement en rejetant la portion d'eau qui ne peut y rester en combinaison, et en se durcissant il s'attache fortement par adhérence aux grains de sable que l'on met dans le mortier, et aux pierres de la maçonnerie. L'hydrate de chaux contribue aussi à la solidification et au durcissement du mortier en se transformant en carbonate; mais cette transformation ne s'opère que peu-à-peu, et elle n'est complète qu'au bout d'un grand nombre d'années : voilà pourquoi la solidité des mortiers s'accroît avec l'âge pendant un assez long-temps. L'absorption de l'acide carbonique a lieu d'autant plus lentement, que la chaux contient plus de ciment. Dans les mortiers hydrauliques qui sont

(1) Cette observation fondamentale a été faite, pour la première fois, par Descostils, en 1813, *Journal des Mines*, tome 34, page 308. R.

toujours couverts d'eau, la transformation en carbonate est plus prompte que dans les mortiers qui sont exposés à l'air, parce que l'eau dissout une portion de l'hydrate de chaux en même temps qu'elle apporte la quantité d'acide carbonique nécessaire pour la saturation de l'autre portion.

Plus une chaux contient de ciment, plus le mortier qu'elle donne est dur et solide; cependant il existe une certaine limite, passé laquelle la chaux perdrait la faculté de s'éteindre et de faire pâte avec l'eau (1).

Pour avoir de bons mortiers, il est très-essentiel de n'employer que de la pierre à chaux parfaitement cuite. Les pierres à chaux sont d'autant plus difficiles à cuire qu'elles sont plus pures; la présence des matières terreuses facilite le dégagement de l'acide carbonique : il faut donc calciner fortement les coquilles dans des fourneaux élevés. La chaux mal cuite est une combinaison homogène de chaux et d'acide carbonique qui renferme moins d'acide que le carbo-

(1) Guyton-Morveau et Descostils, qui ont écrit sur la chaux maigre, paraissent être de l'opinion que les substances que renferment les pierres à chaux forment une espèce de fritte par la calcination. Guyton pense que la chaux est combinée avec du fer ou avec de l'alumine, ou bien avec de la silice comme la potasse dans la liqueur des caillous. (*Annales de chimie*, tome 37, page 253; tome 38, page 19-26.) De Saussure et l'ingénieur anglais Smeaton sont aussi de cet avis. (*Bibliothèque britannique*, octobre, 1796, page 207.) Descostils et Smeaton, qui ont analysé beaucoup de pierres à chaux, et qui ont trouvé comme moi qu'elles sont mêlées d'une certaine proportion de substances insolubles dans l'acide nitrique, variable de 0,02 à 0,20, croient que leurs parties constituantes entrent dans un nouvel état de combinaison par la calcination. (*Note de l'Auteur.*)

nate neutre : elle ne fuse pas bien dans l'eau ; elle ne forme pas une pâte homogène, et elle n'adhère pas aussi fortement aux pierres que la chaux caustique. Les maçons croient, en général, que la chaux éteinte, conservée pendant un an dans des fosses, s'améliore : il est possible en effet qu'il résulte de cette longue macération une homogénéité plus parfaite dans la pâte ; mais il y a toujours du danger à la conserver long-temps ainsi, à moins que les fosses ne soient hermétiquement fermées : car la chaux en bouillie, exposée à l'air, absorbe déjà en quelques jours beaucoup d'acide carbonique, et la cohésion du mortier en est très-affaiblie.

Les substances que l'on mêle avec la bouillie de chaux pour faire les mortiers (*les alliages*) se comportent d'une manière absolument passive ; on ne les emploie que pour augmenter le volume, et par conséquent diminuer la consommation de la chaux. Si la bouillie de chaux ne s'endurcit point par elle-même, les mélanges que l'on fera ne durciront pas davantage. Toute substance dont la cohésion est aussi grande que celle de la matière calcaire arrivée à son dernier degré de durcissement, peut servir d'alliage. Des circonstances locales peuvent bien quelquefois donner aux alliages qui absorbent l'eau (tels que la pouzzolane, le trass, la tuile pilée, etc.) la préférence sur ceux qui n'attirent pas l'humidité, nommément les grains de quarz, le sable, le verre, les scories, etc. ; mais, en général, les derniers sont à préférer, parce que la chaux y adhère fortement. On doit se représenter un mortier comme une masse composée d'espaces cellulaires remplis par l'alliage : on peut augmenter la proportion de l'alliage tant que les grains

ne se touchent pas et que la continuité des cloisons des cellules n'est pas rompue ; il suit de là que la proportion *maximum* de l'alliage dépend de la grosseur des parties, et qu'elle est d'autant plus grande que celles-ci sont plus grosses : c'est pourquoi le mortier préparé avec de la poudre de trass ou de la tuile pilée exige plus de chaux que le mortier fait avec du sable. L'expérience fait voir que pour un volume de bouillie de chaux, il faut deux volumes de poudre de pouzzolane, etc., ou trois volumes d'un alliage en grains.

On a proposé d'ajouter aux mortiers, pour les rendre plus durs, diverses substances telles que le fromage, le blanc d'œuf, la chaux non éteinte, l'oxide de manganèse, le marbre pilé, etc. ; mais l'expérience a prouvé que ces substances n'ont aucune efficacité ou sont même nuisibles : le fromage, le blanc d'œuf, l'oxide de manganèse sont nuisibles ; le marbre pilé joue le même rôle que toute autre matière pierreuse, parce que la chaux caustique ne lui fait éprouver aucune altération et ne lui enlève pas la plus petite quantité d'acide carbonique.

Si la théorie qui vient d'être exposée est exacte, il en résulte que la chaux de coquilles fait en général des mortiers moins solides et moins durables que la chaux de pierre, parce qu'elle est privée du ciment que renferme presque toujours celle-ci, et qu'il doit être possible de l'améliorer en y introduisant, par voie sèche, les principes élémentaires de ce ciment. C'est d'après ces considérations qu'on a fait les essais suivans, qui ont eu un plein succès.

On a mêlé de la poudre de coquilles d'huîtres,

1°. Avec $\frac{1}{16}$ de sable siliceux ;

2°. Avec diverses proportions d'argile qu'on a fait varier entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{3}$;

3°. Avec $\frac{1}{40}$ d'oxide de manganèse.

On a pétri ces mélanges avec de l'eau, on les a moulés en boules, on les a fait sécher à l'air, et enfin on les a chauffés dans un four à chaux pendant quatre-vingt-seize heures.

Le mélange n°. 1 était agglutiné, mais friable; il s'est bien éteint dans l'eau, et il s'est dissous dans l'acide nitrique en laissant un résidu de petits grains de quarz fort cariés : la dissolution nitrique évaporée a laissé 0,035 de silice gélatineuse.

Les mélanges n°. 2 ressemblaient parfaitement à la chaux de pierre; ils se sont tous bien éteints dans l'eau avec chaleur, et aucun n'a donné de chaux morte.

Le mélange n°. 3 était brun de café et n'avait aucune propriété particulière. Il ne paraît pas que l'addition d'une petite quantité d'oxide métallique puisse améliorer la chaux, sinon peut-être dans le cas où on la cuirait à une température extrêmement élevée.

Rien ne sera donc plus facile que de se procurer de bonnes chaux hydrauliques, soit avec des coquilles de moules, soit avec des pierres calcaires pures : c'est aux constructeurs à déterminer le meilleur mélange à faire dans chaque circonstance. Les vieux mortiers provenant de décombres de bâtimens peuvent très-bien servir à faire de nouveaux mortiers d'excellente qualité en les calcinant convenablement.

En résumé on doit admettre, comme fondamentaux, les principes suivans :

1°. Il y a deux espèces de mortiers : ceux de la première espèce sont des mélanges intimes

de carbonate de chaux et de matières pierreuses qui y adhèrent fortement ; ceux de la seconde espèce contiennent en outre un composé de la nature du tafelspath, et que l'on peut appeler le *ciment*. Beaucoup de pierres à chaux communes renferment les élémens nécessaires à la formation du ciment, et cette formation a lieu pendant la calcination en vertu d'une action analogue à celle des alcalis sur les oxides insolubles. Dans les bonnes chaux il y a une partie de ciment contre trois parties de chaux caustique.

2°. La chaux de coquilles diffère de la chaux de pierres calcaires communes par l'absence du ciment.

3°. Par addition d'alumine, de silice et d'oxide de fer et la calcination ultérieure, la chaux de coquilles devient tout-à-fait semblable à la chaux de pierres. Cela peut se faire en réduisant les matières terreuses en pâte, soit avec la chaux fusée, soit avec la pierre calcaire réduite en poudre, et en calcinant après la dessication.

4°. Le mortier qui contient du ciment est plus dur que celui qui en est dépourvu, et il est le seul que l'on doive employer dans les constructions hydrauliques, parce que l'eau dissout la chaux caustique et n'attaque pas le ciment.

5°. La bonté du mortier dépend de la causticité de la chaux ; la chaux entièrement dépouillée d'acide carbonique par la calcination donne un mortier liant et solide à l'air, même sans la présence du ciment. La bonté de cette sorte de mortier décroît avec la proportion d'acide carbonique que contient la chaux, soit que celle-ci ait été mal calcinée, soit qu'ayant été longtemps exposée à l'air, elle ait repris son acide.

6°. Les alliages se comportent d'une manière

absolument passive, et ne sont point capables d'améliorer le mortier. Toute substance pierreuse qui adhère à la chaux caustique peut servir, soit en grains, soit en poudre, à la préparation du mortier, pourvu qu'on l'emploie dans une proportion telle, que la continuité des particules de chaux ne soit pas interrompue.

7°. Toute espèce de pierre qui adhère au mortier peut servir dans la maçonnerie comme la brique; mais comme les briques se détruisent presque toujours peu à peu par l'alternative de la sécheresse et de l'humidité, les pierres de taille sont préférées pour les constructions hydrauliques, quoiqu'elles coûtent plus cher.

8°. La pierre à chaux n'est pas décomposée par la chaux caustique et, lorsqu'elle est employée comme pierre de construction, elle se comporte d'une manière tout-à-fait passive.

9°. Les pierres à chaux et les coquilles peuvent être rendues parfaitement caustiques par une forte calcination de douze heures seulement.

Observations sur le Mémoire de M. John; *par* M. Vicat, *ingénieur des Ponts-et-Chaussées.* (Annales de chimie, *tome* 19, *page* 22.)

L'assertion de M. John relative à la chaux éventée, est en contradiction avec des faits récens tellement avérés, tellement multipliés, que je ne puis me dispenser de la combattre. J'ai, le premier, annoncé qu'une chaux grasse éteinte spontanément, et abandonnée, pendant une année, à l'action de l'air dans un lieu couvert et fermé aux vents, donne de bien meilleurs résultats que lorsqu'on l'emploie immédiatement selon la méthode ordinaire. Cette conclusion était fondée sur cent cinquante expériences, variées de diverses manières : il en résultait, par exemple, que la force du mortier ordinaire étant dans le cas le plus favorable d'une certaine série d'expérience représentée par 1506, celle du mortier à chaux éteinte spontanément devenait, dans les mêmes circonstances, égale à 2,293. Dernièrement, c'est-à-dire plus de six ans après mes premières recherches, j'ai recommencé sur des briques de mortiers conservés à dessein, de nouvelles épreuves, et j'ai trouvé, savoir : pour le mortier ordinaire, 1907; pour le mortier à chaux éteinte spontanément, 2500. Comment accorder ceci avec l'influence prétendue nuisible du contact prolongé de l'air sur la chaux éteinte spontanément? Il est vrai de dire que les idées reçues sur ce point de la doctrine des mortiers sont toutes en faveur de M. John; il est même à présumer qu'à raison de cet assentiment presque général, le savant chimiste allemand se sera dispensé d'examiner la chose avec cette rare sagacité dont il a fait preuve par-tout ailleurs : on ne trouve en effet, dans son mémoire, aucune expérience qui ait trait à la difficulté dont il s'agit.

Je ne sais si je dois m'attacher à réfuter sérieusement ce que dit M. John lorsqu'il compare la pouzzolane avec le sable; car la multiplicité des preuves à opposer aux conclusions de cet article, est la seule chose qui soit embarrassante. Il est sans doute des substances solides qui absorbent l'eau avec autant d'avidité que la brique pilée et la pouzzolane : ces substances devraient

donc, d'après M. John, produire un effet analogue : ainsi, un mélange de charbon pilé et de chaux grasse se solidifierait parfaitement dans l'eau; de plus, une pouzzolane préalablement imbibée d'eau jusqu'à saturation, et employée ensuite avec une chaux grasse, ne devrait pas se comporter autrement que le sable : or, c'est précisément le contraire de tout cela qui arrive.

Dans un mémoire lu, le 1^er^. février 1819, à l'Académie des sciences, j'ai dit qu'une légère calcination dispose la silice et l'alumine des argiles à se combiner intimement avec la chaux: les expériences que j'ai citées à l'appui de ma proposition ont été répétées par plusieurs ingénieurs et généralement confirmées. Il est vrai d'ajouter que les réactions ne s'opèrent bien que dans l'eau, et que les composés qui en résultent perdent insensiblement leur dureté par le contact de l'air. Peut-être M. John n'a-t-il appliqué l'usage de la pouzzolane qu'à la fabrication du mortier *atmosphérique*, ce qui explique parfaitement la méprise où il est tombé.

Je ne puis terminer ces réflexions sans manifester une extrême satisfaction de voir les faits essentiels que j'ai annoncés en 1817 et publiés en 1818, définitivement confirmés par le travail d'un chimiste aussi distingué, travail que l'on peut regarder comme une véritable contre-épreuve; car M. John a suivi une marche toute différente de celle que j'avais adoptée.

D'après ces nouvelles garanties, le gouvernement se décidera peut-être à défendre l'emploi de la chaux grasse dans les travaux publics, sur-tout pour les maçonneries de fondation.

Analyses de différentes pierres à chaux;

Par M. P. BERTHIER, ingénieur au Corps royal des Mines.

Le travail de M. Vicat sur la chaux et sur les mortiers doit être placé au rang des plus beaux ouvrages qui soient dus aux membres du Corps des ponts et chaussées. Sa découverte relative à la fabrication des chaux hydrauliques artificielles est de la plus haute importance : le Gouvernement s'est empressé d'en tirer parti pour les constructions publiques, et déjà beaucoup de particuliers se préparent à l'imiter. En rendant sa découverte publique, M. Vicat a agi d'autant plus noblement, qu'il aurait pu en tirer un profit considérable, soit en la vendant, soit en s'en réservant l'exploitation au moyen d'un brevet d'invention.

M. Vicat et M. John se sont occupés de deux sujets distincts dans les ouvrages dont on vient de lire l'extrait; savoir, de la chaux et des mortiers. Relativement à la chaux, ces deux savans sont parfaitement d'accord; mais ils conviennent, l'un et l'autre, que la composition des chaux hydrauliques est variable, et que la question de savoir en quoi diffèrent les propriétés des chaux dont les principes ne sont pas identiques n'est pas encore résolue. Il est évident que l'on parviendra à résoudre cette question, soit en déterminant la composition d'un grand nombre de chaux dont les propriétés soient bien connues, soit en examinant les propriétés de diverses chaux préparées par syuthèse. Je crois donc faire une chose utile en publiant les analyses et les essais que j'ai pu faire à ce sujet.

La théorie des mortiers n'est pas, à beaucoup près, aussi avancée que la théorie des chaux. M. John et M. Vicat n'ont pas la même manière de voir à cet égard ; je discuterai leurs opinions à la fin de cet article. Il est bien à désirer que M. Vicat donne suite aux recherches qu'il a si bien commencées ; personne n'est plus capable que cet habile ingénieur d'approfondir ce sujet, qui ne laisse pas de présenter des difficultés.

Calcaires donnant de la chaux non hydraulique.

	CHAUX GRASSES.						CHAUX MAIGRES.	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Carbonate de chaux.	0,970	0,965	0,985	0,950	0,940	0,872	0,745	0,609
Carb. de magnésie..	0,020	0,020	.....	0,013	0,016	0,100	0,230	0,303
Carb. de fer.	.....	.....	.....	0,015	.....	.....	.....	0,030
Carb. de manganèse.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,060
Argile (silice, alum., oxide de fer). . . .	0,010	0,015	0,015	0,022	0,039	0,028	0,012	.....
	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	1,000	0,987	1,002
	Chaux produites par les calcaires ci-dessus.							
Chaux..	0,964	0,954	0,972	0,935	0,916	0,860	0,780	0,600
Magnésie	0,018	0,018	.....	0,010	0,015	0,090	0,200	0,262
Argile.	0,018	0,028	0,028	0,040	0,069	0,050	0,020	.....
Oxide de fer, etc...	.....	.....	.....	0,015	.....	....	.....	0,138

(1) Calcaire d'eau douce de Chateau-Landon,

près Nemours (Seine et Marne) ; compacte, jaunâtre, une peu cellulaire, sonore. Donne de la chaux très-grasse.

(2) Calcaire de Saint-Jacques ; compacte, jaunâtre, un peu saccaroïde ; il fait la base des montagnes du Jura ; il donne une chaux très-grasse, qui ne fait prise que très-lentement.

(3) Calcaire grossier de Paris. Donne de la chaux très-grasse.

(4) Calcaire qui forme le toit de la mine de fer de la Voulte (Ardèche) ; compacte, blanc jaunâtre, renferme des coquilles qui prouvent qu'il est d'une formation contemporaine au calcaire du Jura. Pesanteur spécifique : 2,67. Donne de très-bonne chaux grasse.

(5) Calcaire de Lagneux (Ain) ; compacte, d'un gris jauuâtre peu foncé. Il donne de la chaux grasse, qui est très employée à Lyon.

(6) Calcaire d'eau douce de Vichy (Allier) ; compacte, cellulaire, blanc jaunâtre. Donne de très-bonne chaux, mais médiocrement grasse.

(7) Calcaire des environs de Paris, et qui paraît appartenir à la formation d'eau douce ; compacte, jaunâtre : il a été remis au laboratoire de l'École des Mines par M. Girard, ingénieur en chef des ponts et chaussées, comme donnant de la chaux maigre, mais non hydraulique.

(8) Calcaire secondaire de Villefranche (Aveyron) ; lamellaire, de couleur ocracée. La chaux qu'on en a obtenue dans une expérience en petit s'est trouvée très-maigre, sans être hydraulique.

On voit, d'après ce tableau, 1°. que les pierres calcaires qui sont à-peu-près pures produisent toujours de la chaux grasse, ainsi que l'ont annoncé M. Vicat et M. John, et 2°. que les pierres cal-

caires très-mélangées, mais qui ne renferment pas d'argile, produisent de la chaux maigre, mais non hydraulique.

Calcaires donnant de la chaux hydraulique

	MOYENNEMENT HYDRAULIQUES.					TRÈS-HYDRAULIQUES.					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Carbonate de chaux	0,900	0,858	0,892	0,899	0,890	0,825	.....	0,792	0,765	0,800	0,840
Carb. de magnésie	0,050	0.004	0,030	0,020	0,020	0,041	.....	0,025	0,030	0,015	.....
Carb. de fer	.....	0,062	.....	.....	.....	.....	.....	0,060	0,030	.....	.....
Carb. de manganèse	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,015	.....	.....
Argile : silice	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,065	0,116	0,170	0,100
Argile : alumine	0,050	0,054	0,078	0,090	0,090	0,134	.....	0,038	0,036	0,010	0,050
Argile : oxid. de fer	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,010
Argile : charbon	.....	0,022	.....	.....	.....	.....	.....	0,020	.....	.....	.....
Eau	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,010	.....
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	.....	1,000	0,992	1,005	1,000
	Chaux produites par les calcaires ci-dessus.										
Chaux	0,870	0,830	0,840	0,820	0,820	0,745	0,688	0,740	0,683	0,700	0,746
Magnésie	0,040	.....	0,025	0,015	0,015	0,035	0,060	0,020	0,020	0,010	0,160
Argile	0,090	0,070	0,135	0,165	0,165	0,220	0,252	0,170	0,240	0,290	0,078
Oxide de fer, etc.	.....	0,100	.....	.....	.....	.....	.....	0,070	0,057	.....	0,016

(1) Calcaire de Vougy (Loire), entre Roanne et Chaulieu; sublamellaire, jaunâtre, rempli d'ammonites et d'autres coquilles. Donne de très-bonne chaux qui prend dans l'eau.

(2) Calcaire de Saint-Germain (Ain); compacte, d'un gris foncé, veiné de calcaire blanc, lamellaire, et pénétré de griphites, etc. On emploie à Lyon la chaux qu'il produit, toutes les fois que l'on construit dans l'eau.

(3) Calcaire de Chaunay, près Mâcon; compacte, à grains fins, blanc-jaunâtre : il est de formation secondaire; on l'emploie à la fabrication de la chaux : cette chaux est hydraulique.

(4) Calcaire de Digna (Jura); compacte, pénétré de lamelles de calcaire, et empâtant un grand nombre de griphites, d'un gris très-foncé. Il produit de la chaux qui fait une bonne prise, et qui peut être considérée comme chaux hydraulique.

(5) Calcaire qui accompagne le précédent, et qui jouit des mêmes propriétés; compacte, à grains presque terreux, d'un gris clair.

(6) Calcaire secondaire de Nismes (Gard); compacte, gris jaunâtre. Donne une chaux hydraulique qui passe dans le pays pour être d'excellente qualité.

(7) Chaux de Lezoux (Puy-de-Dôme), fabriquée avec un calcaire d'eau douce marneux; on la dit excellente. On a coutume de l'éteindre en la laissant exposée en tas à l'air, après l'avoir humectée. Elle produit une gelée abondante avec les acides.

(8) Calcaire compacte, dont la localité est inconnue. Donne de très-bonne chaux hydraulique.

(9) Calcaire secondaire de Metz (Moselle); compacte, à grains presque terreux, d'un gris

bleuâtre ; plus ou moins foncé. La chaux qu'il produit est connue pour être très-hydraulique. Cette chaux, telle qu'on la prépare en grand, laisse dans les acides un résidu du poids de 0,05 au plus, et qui n'est autre chose que de la silice gélatineuse.

(10) Calcaire marneux de Senonches, près Dreux (Eure-et-Loir) ; compacte, très-tendre, s'écrase entre les doigts, absorbe l'eau très-rapidement ; il se délaye dans ce liquide presque comme une argile ; mais il ne tombe pas en poussière lorsqu'on le calcine. Cette pierre présente quelque chose de particulier ; elle n'est pas, comme les autres calcaires qui ont la cassure terreuse, un mélange de chaux carbonatée et d'argile ; elle laisse dans les acides un résidu farineux, doux au toucher, qui ne contient qu'une trace d'alumine, qui se dissout dans la potasse caustique liquide, même à froid, et qui se comporte en tout comme de la silice que l'on aurait séparée d'une combinaison ; cependant, il est certain que cette substance n'est, dans la pierre de Senonches, qu'à l'état de simple mélange : car, en opérant avec le plus grand soin, on trouve, par l'analyse, que la proportion de l'acide carbonique est justement celle qui convient à la saturation de la chaux. J'ai déjà rencontré de la silice soluble dans les alcalis, quoique hors de toute combinaison, dans quelques variétés de magnésie carbonatée ; mais je n'en avais jamais trouvé dans les pierres calcaires.

La chaux de Senonches est très-renommée : on l'emploie beaucoup à Paris ; elle prend plus promptement, et elle acquiert plus de dureté que la chaux de Metz. Elle se dissout dans les acides sans laisser le moindre résidu.

(11) Mélange de quatre parties de craie de Meudon et d'une partie d'argile de Passy (en volume), que M. de Saint-Léger emploie pour faire de la chaux hydraulique artificielle, dans la fabrique qu'il a établie auprès du pont de l'Ecole militaire. Le Gouvernement n'emploie maintenant que la chaux de M. de Saint-Léger dans les constructions publiques de Paris : on en a fait cette année une consommation immense pour le canal de Saint-Martin ; on l'a jugée supérieure à la chaux de Senonches : je me suis également convaincu de cette supériorité par des essais en petit ; j'ai toujours trouvé qu'au bout d'un certain temps la chaux de M. de Saint-Léger devenait très-sensiblement plus dure que la chaux de Senonches. Elle se dissout complétement dans les acides comme cette dernière. Elle foisonne des 0,65 de son volume par l'extinction ordinaire, lorsqu'on en sépare avec soin les morceaux qui échappent à la calcination.

M. de Saint-Léger se propose d'agrandir sa fabrique de manière à pouvoir fournir incessamment à tous les besoins des consommateurs. Je ne doute pas que l'usage de sa chaux ne devienne bientôt général à Paris pour toutes les constructions qui exigent de la chaux hydraulique, d'autant qu'il ne la vend que 60 francs le mètre cube, tandis que la chaux de Senonches revient à 85 (1).

(1) M. Giraut, architecte de Nemours, est le premier qui ait fabriqué de la chaux hydraulique factice avec un mélange de craie et d'argile, d'après l'indication donnée par M. Vicat dans son ouvrage ; mais M. de Saint-Léger a considérablement perfectionné et simplifié le procédé : il est parvenu à vaincre toutes les difficultés qui se sont présentées, et il peut s'attribuer à juste titre le mérite d'avoir amené cet art nouveau à sa perfection.

En 1796, MM. Parker et Wyatts obtinrent une patente royale pour fabriquer à Londres une espèce particulière de chaux, qu'ils appelèrent alors *ciment aquatique*, et à laquelle ils ont donné dans la suite le nom de *ciment romain*. Leur entreprise a eu le plus grand succès, et il s'en est formé plusieurs autres du même genre, qui prospèrent également. On fait maintenant en Angleterre un commerce immense de ciment romain; on en expédie jusque dans les Indes orientales.

Ce ciment a la propriété de se solidifier presque instantanément comme le plâtre, lorsqu'on l'abandonne à lui-même, soit au contact de l'air, soit au milieu de l'eau, après l'avoir gâché en pâte un peu consistante, et sans qu'il soit nécessaire de le mélanger avec aucune autre substance. L'eau ne le détrempe pas; il acquiert, au contraire, une solidité plus grande quand il est constamment mouillé ou humide que quand il est exposé à la sécheresse; enfin sa dureté s'accroît avec le temps, et elle devient promptement au moins égale à celle des meilleures pierres calcaires. Ces qualités rendent cette matière extrêmement précieuse pour toutes les constructions hydrauliques, sur-tout lorsque les circonstances ne permettent pas d'opérer d'épuisemens, ou lorsque ceux-ci ne pourraient être effectués qu'en occasionnant de grandes dépenses. On en fait aussi un très-grand usage à Londres pour crépir les maisons, en guise de plâtre, et pour maçonner les fondations des grands édifices. Il faut beaucoup d'habitude pour le bien employer. Si l'on ne lui donne pas, en le gâchant, le degré de consistance convenable; si l'on ne se hâte pas de l'étendre et de

l'insinuer entre les interstices des pierres; si l'on interrompt le travail, etc., il se solidifie inégalement, il se gerce et il adhère mal aux matériaux de la maçonnerie. On ne doit l'employer pur que pour les ouvrages qui sont destinés à résister à l'action de l'eau; mais MM. Parker et Wyatts recommandent de le mêler avec du sable fin angulaire et bien lavé, dans la proportion de 2 parties sur 3 de ciment pour les fondations et pour les corniches exposées à la pluie, de 3, 4 à 5 parties sur 3 de ciment pour faire des mortiers ordinaires; de 3 parties sur 2 de ciment pour enduire les murs exposés au froid, et de 5 parties sur 2 de ciment pour enduire les murs exposés à la sécheresse ou à la chaleur.

Le ciment est réduit en poudre impalpable dans les fabriques même, aussitôt qu'il est cuit, en le passant sous des meules, et on l'expédie dans des barils bien fermés (1). On le mêle avec le sable avant de le gâcher. Il s'éteint lentement et en s'échauffant à peine; il absorbe peu d'eau et il n'augmente pas sensiblement de volume.

C'est avec des pierres calcaires très-argileuses, et dont je ferai connaître la composition dans un instant, que l'on prépare le ciment romain à Londres. On fait cuire ces pierres dans des fours coniques, à feu continu, avec de la houille, de la même manière que les autres pierres à chaux; mais la conduite du feu exige beaucoup d'attention, parce que, lorsque la chaleur n'est pas convenablement ménagée, le ciment éprouve un commencement de fusion et n'est plus propre à aucun usage.

M. Lesage, ingénieur militaire, a fait con-

(1) Il vaut, à Londres, environ 100 fr. le mètre cube.

naître, il y a vingt ans, les propriétés d'une espèce de chaux dont on faisait alors usage à Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais), et qu'il a désignée sous le nom de *plâtre-ciment*. On voit, par le rapport très-circonstancié qu'il a publié (1), que cette chaux est exactement la même chose que le ciment des Anglais : on la fabriquait aussi avec une pierre calcaire. M. Drapier a donné de cette pierre, qui se trouvait en rognons sur les bords de la mer, une analyse très-exacte (2), dont je vais reproduire le résultat avec celui que j'ai obtenu de l'analyse de la pierre anglaise, pour montrer l'identité de ces deux pierres.

	PIERRE anglaise.	PIERRE de Boulogne
Carbonate de chaux	0,657	0,616
Carbonate de magnésie	0,005	.....
Carbonate de fer	0,060	0,060
Carbonate de manganèse	0,019	.....
Argile. Silice	0,180	0,150
Argile. Alumine	0,066	0,048
Argile. Oxide de fer	.....	0,030
Eau	0,013	0,066
	1,000	0,970
	Chaux produites par les calcaires ci-dessus.	
Chaux	0,554	0,540
Magnésie	0,000	.....
Argile	0,360	0,310
Oxide de fer	0,086	0,150

(1) *Journal des Mines*, tome XII, page 459.
(2) *Idem*, tome XII, page 490.

La pierre d'Angleterre est compacte, à grain très-fin, dure, tenace, susceptible de prendre un beau poli, d'un gris brun. Sa pesanteur spécifique est de 2,59. On assure qu'elle se trouve en masses tuberculeuses dans des marnes. Elle présente souvent des cloisons minces et contournées, d'une substance cristalline, jaunâtre, translucide, que quelques fabricans prennent pour du sulfate de chaux; mais je me suis assuré que cette substance est du carbonate de chaux pur, et je n'ai trouvé de sulfate de chaux ni dans la pierre que j'ai analysée, ni dans le ciment. On croyait que la pierre à ciment n'existait qu'en un seul endroit de l'Angleterre; mais depuis quelques années on en a trouvé dans plusieurs lieux, et on dit qu'elle y est très-abondante.

La pierre de Boulogne est aussi compacte, à grain très-fin, dure, tenace et susceptible de prendre le poli; mais elle est d'un gris jaunâtre. On ne l'a jamais rencontrée qu'en cailloux roulés sur le bord de la mer. Il y a déjà long-temps qu'on a cessé de l'exploiter, parce qu'on prétend qu'elle est devenue trop rare. Il semble que les qualités précieuses de cette pierre, qualités qui ont été constatées de la manière la plus authentique par une commission dont M. Lesage a été l'organe, auraient dû attirer l'attention de toutes les personnes qui s'occupent de constructions, et déterminer quelques spéculateurs à rechercher s'il n'existe pas en France des gîtes de pierres semblables assez abondans pour être exploités. L'analyse de M. Drapier avait fait voir que ces pierres ne sont autre chose que des calcaires très-argileux : on sa-

vait par conséquent dans quels terrains on pouvait espérer d'en rencontrer. Le sol calcaire occupe en France une si grande étendue, qu'il est impossible que les tentatives que l'on aurait faites n'eussent pas été couronnées du succès. Loin de là, la fabrique établie à Boulogne a été presque aussitôt abandonnée que créée; personne n'a pensé à en fonder de semblables ailleurs; et le plâtre-ciment a été si promptement oublié, que lorsqu'à la paix les Anglais nous ont apporté leur ciment romain, on l'a reçu avec étonnement et comme une substance qui nous aurait été tout-à-fait inconnue : ils en ont établi un dépôt à Guernesey, d'où ils en répandent sur toute la côte; le gouvernement leur en achète maintenant une grande quantité pour les travaux du port de Cherbourg. Il faut espérer que nous ne tarderons pas à trouver moyen de nous exempter de leur payer ce tribut, en tirant cette matière de notre propre sol (1). Si, contre toute vraisemblance, on ne trouvait pas en France de pierres calcaires propres à la produire, on parviendrait sans doute aisément

(1) La ville de Saint-Pétersbourg a maintenant son ciment romain comme Londres. Elle doit cet avantage à MM. Clapeyron et Lamé, ingénieurs des mines de France, attachés temporairement à l'Institut polytechnique de Russie, en qualité de professeurs, qui, ayant été chargés par le gouvernement de rechercher des pierres à chaux hydrauliques, firent la découverte d'un calcaire qui donne un ciment préférable à celui des Anglais, puisque, trois mois après l'immersion, il se trouve avoir acquis une dureté sensiblement plus grande, quoiqu'il se solidifie un peu moins vite. (Il est incolore). Cette découverte a déjà produit une économie de plusieurs centaines de mille francs dans les dépenses relatives aux travaux hydrauliques pour lesquels la recherche avait été commandée.

à la préparer artificiellement comme on prépare les chaux hydrauliques ordinaires. MM. de Saint-Léger et Girault ont déjà fait, à ce sujet, des essais qui ont eu un bon résultat : ils se proposent de les reprendre au printemps, et il y a tout lieu de croire qu'ils obtiendront l'un et l'autre un plein succès avant la fin de la campagne. Je crois qu'avec une partie d'argile plastique ordinaire ne contenant pas de sable, et 2 parties de craie en volume, ce qui revient à une partie d'argile pour 2 parties et demie de craie en poids, on aura une chaux très-hydraulique, et qui prendra aussi promptement que le ciment anglais. Cependant je ferai observer qu'il n'est pas probable que l'on puisse obtenir, par des mélanges, des chaux hydrauliques qui acquièrent une dureté et une solidité aussi grandes que le ciment naturel, parce que ces qualités dépendent non-seulement de la composition de la matière, mais encore de son état de compacité. On conçoit en effet que plus une chaux hydraulique qui s'éteint sans changer de volume, a de densité, et plus ses molécules ont de facilité pour s'agréger entre elles, et en même temps moins elle prend de retrait en se consolidant. Or, quoi qu'on fasse, les mélanges artificiels seront toujours plus légers que les pierres naturelles. Je suis persuadé que les pierres à ciment de Boulogne et d'Angleterre doivent une partie de leurs qualités à leur compacité et à leur texture serrée. Il ne faudra pas perdre cette observation de vue dans les recherches ultérieures que l'on pourra entreprendre. Je n'ai pas encore eu occasion d'observer en France de pierres parfaitement semblables à celles de

Boulogne et d'Angleterre ; cependant en voici quatre qui s'en rapprochent par leur composition et dont il serait bon qu'on fît un essai en grand, quoiqu'elles n'aient pas la densité désirable.

Pierres calcaires très-mélangées.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Carbonate de chaux..	0,758	0,666	0,580	0,630
Carbonate de magnésie.	.....	.....	0,060	0,040
Silicate de magnésie. Silice.....	.....	.....	.....	0,140
Silicate de magnésie. Magnésie..	.....	.....	.....	0,070
Argile. Silice.....	0,164			
Argile. Alumine....	0,070	0,334	0,334	0,060
Argile. Oxide de fer..	0,008			
Eau.....	.....	.....	0,026	0,060
	1,000	1,000	1,000	10,00
	Chaux produites par les calcaires ci-dessus.			
Chaux.....	0,640	0,530	0,471	0,547
Magnésie.....	.....	.....	0,045	0,137
Silice.....	.....	.....	.....	0,213
Argile.....	0,360	0,470	0,484	0,103

(1) Calcaire secondaire des environs de Nevers (Nièvre), route de Château-Chinon ; compacte, gris jaunâtre, peu dur, à cassure terreuse.

(2) Calcaire marneux qui accompagne l'ocre de Pourain (Yonne) ; compacte, blanchâtre, à cassure unie, presque terreuse.

(3) Calcaire marneux d'eau douce de Pont-du-Château (Puy-de-Dôme; semblable au précédent.

(4) Calcaire marneux d'Argenteuil, près Paris ; compacte, blanc jaunâtre, tendre, très-léger. Sa texture est très-lâche, ce qui lui donne la faculté d'absorber beaucoup d'eau. Il fait gelée avec les acides. C'est un carbonate de chaux qui contient plus du quart de son poids de magnésite, et dans lequel cette substance joue le même rôle que l'argile dans les calcaires marneux ordinaires.

Il résulte déjà du grand nombre d'analyses que je viens de citer, que la silice seule peut former avec la chaux une combinaison éminemment hydraulique (calcaire de Senonches), et que la magnésie seule (calcaire de Paris), ou mélangée avec les oxides de fer et de manganèse (calcaire de Villefranche), ne peut produire une semblable combinaison, et rend la chaux maigre sans lui communiquer la propriété de se solidifier sous l'eau. Les expériences synthétiques que je vais rapporter vont confirmer les conséquences déduites de l'analyse, et prouveront en même temps 1°. que l'alumine seule n'a pas plus d'efficacité que la magnésie pour rendre les chaux hydrauliques ; 2°. que la silice est un principe essentiel à ces sortes de chaux, 3°. et que les oxides de fer et de manganèse, loin de jouer le rôle important que quelques personnes leur ont attribué, sont, au contraire, le plus souvent tout-à-fait passives.

Sable siliceux.

Divers mélanges de craie et de sable blanc ordinaire ayant été cuits dans un four à chaux, l'on n'a obtenu que des chaux maigres non hydrauliques, et l'on a reconnu que la vingtième partie seulement du sable avait été attaquée et rendue soluble dans les alcalis.

En substituant le sable d'Aumont préparé pour la manufacture de porcelaine de Sèvres,

c'est-à-dire réduit en farine sous des meules, au sable ordinaire, la combinaison s'est mieux faite ; mais toute la matière siliceuse n'a pas encore été attaquée, et il en est resté environ le tiers qui n'a pas pu se dissoudre dans les alcalis.

Ces expériences confirment l'observation faite par MM. John et Vicat ; savoir, que pour que des matières terreuses quelconques se combinent bien avec la chaux, il faut qu'elles soient mélangées avec cette substance à l'état de particules indiscernables, et elles font voir de quelle importance il est d'effectuer ces mélanges avec tout le soin possible, pour obtenir de bonnes chaux hydrauliques artificielles.

On a calciné pendant une heure dans un creuset de platine, à la température d'environ 50° pyrométriques, un mélange de

Craie.	10g.
Silice gélatineuse (1)	1,5

La matière s'est éteinte avec une chaleur assez forte et en se gonflant légèrement : elle a formé une pâte consistante avec l'eau, et au bout de deux mois d'immersion, cette pâte avait acquis assez de fermeté pour résister à l'impression du doigt.

On a chauffé de la même manière,

Craie.	10g.
Silice gélatineuse.	4

La matière s'est éteinte avec une faible chaleur et sans augmenter de volume ; ce qui est

(1) J'appellerai ainsi de la silice préparée chimiquement, c'est-à-dire séparée par les acides de sa dissolution dans les alcalis, puis bien lavée et fortement calcinée.

le caractère des chaux très-hydrauliques ; on l'a agitée avec une grande quantité d'eau dans un flacon bouché, et l'on a recueilli sur un filtre la portion qui ne s'est pas dissoute : elle a pesé 6g.,15 ; elle devait par conséquent être composée de

Chaux.	0,35
Silice	0,65

L'eau employée en grande masse tend donc à décomposer les divers silicates avec excès de base que l'on peut obtenir par la voie sèche, et à les amener à l'état de silicate neutre, composé théoriquement de

Chaux.	0,3582
Silice	0,6417

Mais lorsqu'on n'emploie ce liquide qu'en petite quantité, il est absorbé et solidifié, pour la plus grande partie, par la combinaison, et la même décomposition n'a pas lieu, ou plutôt il est probable qu'il se forme alors un mélange et peut-être même une combinaison d'hydrate de chaux et d'un silicate contenant plus de chaux que le silicate neutre et de l'eau de cristallisation.

Alumine.

On a calciné au creuset de platine 10g. de craie avec des quantités d'hydrate d'alumine correspondantes à 1g.,942 d'alumine dans une expérience, et à 2g.,36 dans une autre expérience. Les deux mélanges se sont éteints promptement avec une chaleur très-forte, et ils ont éprouvé un gonflement considérable : on en a fait des pâtes molles que l'on a mises sous l'eau ; mais au bout de deux mois elles n'avaient pas pris la moindre consistance. Ces pâtes se sont dissoutes complétement dans l'acide muria-

tique, même à froid. Il paraît, d'après cela, que la chaux et l'alumine se combinent par la voie sèche, mais que la combinaison qui se forme est totalement décomposée par l'eau.

Oxide de fer, oxide de manganèse.

La craie, calcinée avec diverses proportions d'oxide de fer ou d'oxide de manganèse, n'a produit que des chaux sans consistance, qui se sont comportées comme des chaux grasses, mélangées de matières inertes.

Ainsi, il est prouvé qu'aucun mélange dont la silice ne fait pas partie ne peut acquérir les propriétés hydrauliques; mais il restait à savoir si la présence de la magnésie, de l'alumine, et des oxides de fer et de manganèse, était nuisible, ou si ces substances étaient, au contraire, propres à améliorer les chaux hydrauliques. Or, il paraît résulter du petit nombre d'expériences que j'ai faites à ce sujet, et que je vais faire connaître, que les chaux qui contiennent à-la-fois de la silice et de l'alumine, et mieux encore celles qui contiennent à-la-fois de la silice et de la magnésie, acquièrent une dureté plus considérable que les silicates de chaux purs, et qu'au contraire les oxides de fer et de manganèse ne contribuent en rien à la consolidation des chaux.

Silice et magnésie.

10g. de carbonate magnésien de Paris, n°. 7, et 2g. de silice gélatineuse, ont donné une chaux qui s'est éteinte avec une faible chaleur et un léger gonflement, et qui, au bout de très-peu de temps d'immersion, est devenue plus dure que la meilleure chaux hydraulique artificielle. Cette chaux devait être composée de

Chaux	0,560
Magnésie	0,166
Silice	0,274

10g. de calcaire magnésien de Villefranche, n°. 8, et 2g. de silice gélatineuse, ont donné une chaux qui s'est comportée à-peu-près comme la précédente; mais elle n'a pas acquis une dureté aussi grande : elle devait être composée de

Chaux	0,46
Magnésie	0,20
Oxide de fer	0,05
Oxide de manganèse	0,03
Silice	0,26

Avec 10g. de calcaire de Villefranche, 20g. de craie et 3g. de silice gélatineuse, j'ai eu une chaux composée de

Chaux	0,56
Magnésie	0,21
Oxide de fer	0,02
Oxide de manganèse	0,01
Silice	0,20

éminemment hydraulique et qui a acquis, au bout de peu de temps, une très-grande dureté.

Silice et alumine.

Si l'on considère que la plupart des chaux hydrauliques, et même le ciment romain, sont produits par des calcaires argileux, il paraîtra évident que l'alumine ne nuit pas aux qualités de ces sortes de chaux, et en comparant la chaux artificielle de Paris à la chaux de Senonches, on verra que l'alumine, qui ne se trouve pas dans la dernière et qui existe, au contraire, en proportion considérable dans la première, contribue à leur donner de la dureté. Il y a certainement une proportion relative de silice et d'alumine qui est préférable à toute autre; mais on ne découvrira cette proportion que par de longs tâtonnemens. Un essai fait en grand avec 4 parties de craie et

1 partie de kaolin de Limoges, porte à croire qu'il serait avantageux que la quantité d'alumine égalât la quantité de silice. Cette chaux, qui devait être composée de

Chaux	0,745
Alumine	0,125
Silice	0,130

a pris, très-peu de temps après son immersion, une consistance plus forte que celle de la chaux artificielle, préparée avec 4 parties de craie et 1 partie d'argile de Passy.

Silice et oxide de fer.

Une chaux préparée en grand avec 4 parties de craie et 1 partie d'ocre jaune (en volume), et qui devait contenir

Chaux	0,745
Alumine	0,055
Oxide de fer	0,070
Silice	0,130

n'a pris qu'une très-faible consistance, même long-temps après avoir été immergée. On ne peut pas s'empêcher d'attribuer à l'oxide de fer la mauvaise qualité de cette chaux, puisque avec une quantité d'argile égale à la quantité d'ocre employée, on obtient constamment une chaux éminemment hydraulique.

Silice et oxide de manganèse.

On a calciné au creuset de platine 10g. de craie, 2,5 de carbonate de manganèse et 2,5 de silice gélatineuse. La matière cuite était violacée; elle s'est éteinte avec chaleur : on en a fait une pâte molle, qu'on a placée sous l'eau. Au bout de deux mois, elle n'avait pris aucune consistance, tandis que la craie et la silice seules auraient donné une chaux qui se serait promptement solidifiée.

Quoique les expériences que je viens de rapporter aient été faites avec beaucoup de soin, je dois dire que l'on aurait tort d'accorder aux résultats qu'elles ont présentés une confiance trop entière, parce que l'essai des chaux hydrauliques en petit est sujet à beaucoup de difficultés. On peut affirmer qu'une chaux que l'on trouve hydraulique dans une expérience en petit, le sera aussi quand on la préparera en grand; mais l'inverse n'est pas également certain. La durée de la cuisson influe considérablement sur le résultat : pour chaque mélange il y a un certain degré de chaleur qu'il faut atteindre et qu'il ne faut pas dépasser; et telle combinaison qui aurait pu donner une chaux éminemment hydraulique, si elle eût été exposée à une température convenable et pendant un temps suffisant, ne pourra produire qu'une chaux maigre si elle n'a pas été assez chauffée, ou une chaux morte si on l'a trop fortement calcinée.

Moyen de reconnaître les pierres à chaux hydrauliques.

Les analyses que j'ai données dans cet article font voir que la plupart des pierres calcaires que l'on emploie à la fabrication de la chaux, sont des mélanges, en proportions très-variables, de carbonate de chaux et d'argile, et que la qualité des chaux qu'elles produisent dépend de la proportion relative de ces deux substances. Une pierre calcaire qui contient 0,06 d'argile donne une chaux déjà sensiblement hydraulique; lorsque l'argile s'y trouve dans la proportion de 0,15 à 0,20, la chaux est très-hydraulique; enfin la chaux prend instantanément et doit être réputée *ciment romain* quand la pierre calcaire renferme 0,25 à 0,30 d'argile. Outre le carbonate de chaux et l'argile, les pierres cal-

caires admettent presque toujours du carbonate de magnésie dans leur composition. La présence de cette substance ne produit guère d'autre effet que de rendre la proportion de l'argile plus grande par rapport à la proportion du carbonate de chaux; mais par cela même elle contribue à exalter les propriétés hydrauliques des chaux. On conçoit, d'après ce que je viens de dire, que, pour apprécier les qualités d'une pierre calcaire relativement à la nature de la chaux qu'elle pourrait fournir, il suffit de déterminer la quantité d'argile et de magnésie qu'elle contient. Cette recherche peut se faire par un procédé très-simple et à la portée de tout le monde. Voici quel est ce procédé :

On broie la pierre et on passe la poussière au tamis de soie; on met 10gr. de cette poussière dans une capsule, et l'on verse dessus peu-à-peu de l'acide muriatique (1) étendu d'une petite quantité d'eau, en agitant continuellement avec un tube de verre ou avec une petite baguette de bois; on cesse d'ajouter de l'acide lorsqu'il ne se fait plus d'effervescence : alors on évapore la dissolution à une douce chaleur, jusqu'à ce que le tout soit réduit à l'état de consistance pâteuse; on délaie la matière dans environ un demi-litre d'eau, et on la filtre; l'argile reste sur le filtre : on fait sécher cette substance au soleil ou devant le feu, et on la pèse, ou, ce qui vaut mieux encore, on la calcine au rouge dans un creuset de terre ou de métal, avant de la peser. On verse de l'eau de chaux bien limpide dans la dissolution, tant qu'il s'y forme un précipité; on recueille le plus promptement possible ce précipité, qui est la magnésie (1), sur un filtre; on le lave avec de l'eau pure; on le calcine, ou on le dessèche le plus fortement que l'on peut, et enfin l'on en prend le poids.

(1) A défaut d'acide muriatique, on peut employer de l'acide nitrique ou du vinaigre.

Observations sur les mortiers.

M. Vicat admet, comme cause principale de la solidification des mortiers, l'action chimique que la chaux exerce sur les matières siliceuses. Il distingue les matières siliceuses que l'on emploie pour faire les mortiers en sables siliceux et pouzzolanes naturelles et artificielles, inattaquables par l'acide sulfurique, et en pouzzolanes naturelles et artificielles, attaquables par les acides; et il dit que la chaux grasse n'a d'action que sur les matières siliceuses de la seconde espèce, tandis que les chaux hydrauliques ont une affinité très-grande pour toutes, mais sur-tout pour celles de la première espèce.

M. John pense, au contraire, que les substances que l'on mêle avec la bouillie de chaux pour faire les mortiers, et qu'il nomme *alliages*, sont tout-à-fait passives. Il se fonde sur l'observation qu'il a faite, que la chaux caustique n'attaque ni le quarz ni aucune substance pierreuse; il croit que l'on doit, en général, préférer le quarz, le verre, les scories, aux pouzzolanes, parce que la chaux y adhère très-fortement.

(1) S'il y a du fer et du manganèse, ils se précipitent avec la magnésie. Il serait superflu de chercher à séparer ces trois substances les unes des autres.

Une telle divergence d'opinion entre deux savans aussi distingués prouve que l'on n'a pas encore toutes les données nécessaires pour éclaircir ce sujet; cependant j'avoue que la manière de voir de M. John me paraît beaucoup plus plausible que celle de M. Vicat.

L'assertion de M. Vicat, que la chaux en général et la chaux hydraulique en particulier agissent chimiquement sur les matières siliceuses, n'est appuyée sur aucun fait; elle est au contraire opposée à toutes les observations faites jusqu'à présent. Comment concevoir en effet qu'un silicate de chaux (chaux hydraulique), qui est déjà en partie saturé de silice, ait une forte action chimique sur le quarz; tandis que la chaux caustique, dont aucune combinaison préexistante n'affaiblit l'énergie chimique, ne l'attaque pas, et tandis même que la potasse caustique bouillante ne le dépolit même pas?

La composition des pouzzolanes naturelles est-elle bien connue? Jusqu'ici il n'en a pas été publié d'analyses satisfaisantes. Ces substances ont-elles réellement de l'analogie avec les argiles calcinées? Cela n'est nullement vraisemblable. Les argiles sont des silicates d'alumine, et si l'on juge de la nature des pouzzolanes par celle des roches volcaniques les plus communes, elles doivent contenir beaucoup de silice combinée avec de l'alumine et avec de la potasse, et en outre un mélange de minéraux divers, tels que du fer titané, etc.

M. Vicat dit que les chaux grasses donnent, avec les argiles légèrement calcinées, des mortiers qui prennent bien sous l'eau, parce que ce liquide facilite la combinaison de la chaux avec

la silice et l'alumine, mais que les composés qui en résultent perdent insensiblement leur dureté par le contact de l'air. S'il y avait réellement combinaison entre la chaux et l'argile, ce dernier effet n'aurait pas lieu; car on sait que le ciment romain, qui n'est autre chose qu'une pareille combinaison obtenue par la voie sèche, durcit au contact à l'air comme sous l'eau.

L'objection que fait M. Vicat contre la théorie de M. John, en avançant que si cette théorie était exacte, le charbon devrait produire un bon mortier avec la chaux, ne me paraît pas sérieuse. Effectivement M. John n'a pas prétendu que toute substance fût bonne à faire du mortier, par cela seulement qu'elle serait poreuse; il exige encore qu'elle ait une cohésion au moins aussi grande que celle que la chaux acquiert après sa consolidation: or, assurément le charbon ne remplit pas cette condition.

M. John pourrait, avec plus de fondement, demander à M. Vicat pourquoi l'on ne peut pas faire de mortiers avec l'argile crue, substance qui se prête, en général, plus facilement aux combinaisons chimiques que l'argile calcinée; tandis que cette dernière est au nombre des meilleurs matériaux que l'on puisse employer dans la confection des mortiers, par la raison, selon lui, qu'elle a une grande tendance à se combiner avec la chaux.

Je pense avec M. John que les alliages ne jouent aucun rôle chimique dans les mortiers. Ces alliages me paraissent avoir pour effet 1°. de diminuer la consommation de la chaux; 2°. de régulariser le retrait en le modérant et en le rendant uniforme, et en empêchant par là qu'il ne se forme des gerçures; 3°. probablement de

faciliter la dessication et la régénération du carbonate de chaux et d'accélérer la prise; 4°. et enfin d'augmenter la solidité des mortiers. Ce dernier effet est le plus important et mérite d'être examiné. Les molécules des alliages contractent avec les molécules de la chaux une adhérence plus ou moins forte. Si cette adhérence est moins grande que celle qui lie entre elles les molécules de la chaux, le mortier ne sera pas plus solide que ne l'aurait été l'hydrate pur : seulement il coûtera moins cher, il prendra plus vite et il sera moins sujet à se fendre en se desséchant, ce qui est déjà fort avantageux; mais si la force de cohésion de la chaux est moindre que la force qui la fait adhérer à l'alliage, on conçoit que le mortier devra acquérir plus de ténacité que n'en aurait eu l'hydrate pur. Or, c'est probablement là ce qui a lieu dans tous les bons mortiers. Ce phénomène n'a rien qui puisse surprendre. Ne voit-on pas la peinture et les vernis adhérer au bois, la colle à la plupart des corps, l'or aux émaux, etc., avec une force telle, que l'on ne peut la vaincre qne par des moyens chimiques? Et cependant n'est-il pas évident que, dans aucun de ces cas, il n'y a combinaison, puisque, lorsqu'on enlève, en la détruisant, la peinture, la colle, etc., dont un corps était recouvert, on voit que ce corps n'a pas éprouvé la plus légère altération, et que s'il était poli, il a conservé tout son éclat?

Dans un mortier qui doit sa solidité à l'adhérence de la chaux avec l'alliage, il est clair qu'il y a de l'avantage à multiplier le plus possible les surfaces de contact, et par conséquent à employer un alliage pulvérulent; mais alors le mortier exige une plus grande proportion de

chaux que lorsqu'on se sert d'un alliage grenu. D'un autre côté, les alliages à gros grains ne peuvent pas donner des mortiers aussi solides que les alliages pulvérulens, parce qu'il reste entre les grains de l'alliage des espaces remplis de chaux pure, qui ne présentent pas la même résistance à la fracture que les parties occupées par l'alliage. Il paraît évident d'après cela, que, pour obtenir avec la plus petite quantité de chaux possible des mortiers qui aient le maximum de solidité qu'ils puissent acquérir, il faut employer des alliages qui renferment des grains de grosseurs diverses et des parties pulvérulentes, en évitant toutefois le mélange des matières argileuses qui sont susceptibles de faire pâte avec l'eau et qui n'ont par elles-mêmes aucune cohérence. M. de Saint-Léger a fait, l'été dernier, des essais en grand, dont les résultats s'accordent parfaitement avec cette conséquence. Il a trouvé que, contrairement à l'opinion commune, le sable dont on se sert habituellement à Paris donne un meilleur mortier lorsqu'on se contente de le laver, que lorsqu'on en sépare les grains très-fins par le moyen du tamisage.

Les pouzzolanes tant artificielles que naturelles diffèrent extrêmement les unes des autres par leur composition; elles ne se ressemblent que par la faculté qu'elles ont de pouvoir absorber beaucoup d'eau sans se ramollir : cette faculté dérive de leur porosité. Il est donc très-probable que dans tous les cas où elles agissent sur la chaux d'une manière particulière et différente des autres alliages, tels que les sables quarzeux, le verre, etc., c'est, ainsi que le pense M. John, à leur porosité qu'elles doivent cette propriété. L'observation importante faite par M. Vicat;

savoir, que l'argile légèrement cuite est un alliage excellent, tandis que la même substance fortement calcinée n'est qu'un alliage médiocre, vient à l'appui de cette opinion : car l'argile légèrement cuite et l'argile fortement calcinée ne diffèrent l'une de l'autre qu'en ce que la première est légère, poreuse et susceptible d'absorber l'eau ; au lieu que la dernière est devenue compacte et tout-à-fait semblable à une pierre par l'effet du retrait que son exposition à une haute température lui a fait éprouver ; elles sont d'ailleurs, l'une comme l'autre, dans un état tout autre que l'argile crue, puisqu'elles ne contiennent plus d'eau de combinaison, et qu'elles ne peuvent plus faire pâte avec ce liquide.

On sait que les corps poreux ont la faculté d'absorber et de condenser rapidement un grand nombre de substances gazeuses. Ne serait-ce pas parce qu'ils agissent de cette manière sur l'acide carbonique contenu dans l'air et dans l'eau, qu'ils ont la propriété d'accélérer la solidification de certains mortiers? On concevrait alors pourquoi ils produisent cet effet avec la chaux grasse, tandis qu'avec les chaux très-hydrauliques ils ne donnent pas un meilleur résultat que les alliages non poreux ; car les mortiers de chaux grasses ne doivent leur solidification qu'à la régénération du carbonate de chaux, au lieu que la solidification des mortiers de chaux très-hydrauliques est est indépendante de cette cause.

Concluons, en terminant, que la théorie des mortiers est encore très-imparfaite, et qu'il est à désirer que les personnes qui s'occupent de constructions s'attachent à recueillir des observations nouvelles et propres à éclaircir cette théorie.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA FIN DU PREMIER TRIMESTRE DE 1822, ET LE DEUXIÈME DE CETTE MÊME ANNÉE.

Usines d'Usemain, Larue et de Xertiguy.

Ordonnance du 27 février 1822, *portant que le sieur* Lallemand *est autorisé, d'une part, à conserver le feu de forge, le martinet et le laminoir, ou fenderie actuellement en activité dans les communes d'Usemain, Larue, et Xertiguy, sur le ruisseau de Coucy (Vosges), ainsi qu'à remettre en activité le second feu de forge de cette usine ; et d'une autre part, qu'il est également autorisé à établir un martinet et un feu au moulin de Razcy, situé sur le ruisseau d'Ameray, commune de Xertigny, même département, à mille mètres de la forge d'Usemain, lequel ne pourra rouler que lors du chômage de celui d'Usemain.*

Verrerie située à Marseille.

Ordonnance du 20 *mars* 1822, *concernant une verrerie située à Marseille (Bouches-du-Rhône).*

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur ;

Vu, etc. ;

Notre Conseil d'État entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Le sieur Fery-Vallon est autorisé à transporter dans la rue Crudère, n°. 8, à Marseille, département des

Bouches-du-Rhône, et sur l'emplacement désigné au plan joint à la demande, la verrerie qu'il possède dans la même ville, boulevart du Musée.

ART. II. Cette verrerie sera composée d'un four à cinq pots pour fondre les matières, travailler le verre et le recuire, et de deux fours pour recuire le mélange de soude et de sable, désigné sous le nom de pastel.

ART. III. L'impétrant ne pourra, soit pour la cuisson des pasteaux, soit pour la fusion, le travail et la recuisson du verre, employer d'autres bois que ceux qu'il se procurera par le commerce maritime.

Nota Les autres articles, que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Usines de Saint-Voir.

ORDONNANCE du 27 mars 1822, portant autorisation de construire un haut-fourneau et une forge à deux feux en la commune de Saint-Voir (Allier).

LOUIS, etc., etc., etc.,

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Le sieur Bellavoine est autorisé à construire près de l'étang (n°. 1 du plan joint à la demande) un haut-fourneau et une forge à deux feux, en la commune de Saint-Voir, département de l'Allier.

ART. II. L'impétrant fournira, dans le délai d'un an, les plans de détail de ses usines, sur les échelles voulues par la décision ministérielle du 4 février 1811.

ART. III. Il se mettra en mesure d'obtenir la permission d'exploiter le minerai de fer de Chatel-Pérou, en se conformant aux dispositions de la loi du 21 avril 1810; la suite de l'exploitation fera connaître si cette mine doit être concessible: alors il sera tenu de faire la demande en concession, en remplissant les formalités prescrites par cette loi.

ART. V. Il exécutera, conformément à l'instruction ministérielle de l'an 6, sous la surveillance de l'ingénieur des ponts et chaussées du département: 1°. la construction du perré tracé en blanc sur le dessin présenté par cet ingénieur

le 27 juillet 1821, et visé par l'ingénieur en chef le 30 du même mois; 2°. le rechargement de la digue, sur le talus intérieur d'amont, de manière à porter à six mètres la largeur en couronne; 3°. il établira à soixante-cinq centimètres en contre-bas du sommet de la digue un déversoir de huit mètres de largeur, revêtu sur toutes les faces en maçonnerie, avec trois chaînes en pierres de taille et un massif de cinq mètres de largeur au moins au bas de sa chute; 4°. des pertuis pour les coursières de l'usine, en pierres de taille de grande dimension, posées et jointées en ciment et entourées de glaise.

ART. VI. Il sera posé à ses frais des repères invariables aux lieux indiqués par l'ingénieur des ponts et chaussées chargé de la surveillance des travaux ordonnés, afin de fixer la hauteur des ouvrages et des eaux; et dans tous les cas les droits des tiers sont réservés contre les inondations.

Nota. L'article IV et les autres articles que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Taillanderie de Revel et Vriage.

ORDONNANCE du 27 mars 1822, portant que le sieur Bourdeaux *est autorisé à établir sur le ruisseau qui sépare la commune de Revel de celle de Vriage (Isère), une taillanderie composée de deux petits feux et d'un petit martinet, pour y traiter les vieilles ferrailles et y fabriquer des instrumens aratoires, conformément aux plans qu'il a fournis à l'appui de sa demande; à la charge par l'impétrant qu'aussitôt la mise en feu de cette taillanderie, il sera tenu de supprimer celle à bras, qu'il possède dans la commune de Revel.*

Martinet de Castelet.

ORDONNANCE de 27 mars 1822, portant que le sieur Astrié (Pierre) *est autorisé à transformer le moulin à scie qu'il possède au Castelet, commune de Perles (Ariège), en un martinet à parer le fer, qui consistera en un simple feu de chaufferie et un marteau, dont le poids ne pourra excéder un quintal mé-*

trique ; à la charge par l'impétrant de n'employer, sous aucun prétexte, le bois ou le charbon de bois au chauffage des barres destinées à passer au martinet.

Patouillet de Condes.

ORDONNANCE du 3 avril 1822, portant que le sieur Duval de Fraville, *propriétaire, est autorisé à établir sur le cours des fontaines de Condes (Haute-Marne), et à l'emplacement représenté sur le plan général de situation de son haut-fourneau, un patouillet destiné au lavage des minerais de fer, à la charge par l'impétrant de se conformer, pour le niveau des eaux, aux dispositions du cahier des charges annexé à l'ordonnance du 21 avril 1819, relativement au haut-fourneau.*

Concessions des mines de houilles de la Dorbellière et de Vareunes.

ORDONNANCE du 24 avril 1822, portant concessions des mines de houille dite anthracite, situées dans les départemens de la Sarthe et de la Mayenne.

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur ;

Vu, etc.

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Il est fait concession: 1°. aux sieurs Pierre-François et René *Chappe* et Louis-Joachim *du Bois Jourdan* des mines de houille dite anthracite, situées dans les départements de la Sarthe et de la Mayenne, sur une surface d'environ vingt et un kilomètres carrés, limitée, conformément aux plans ci-joints ; par des lignes droites dirigées du clocher d'Anders-le-Hamon, sur celui d'Epinen-le-Séguin, de là sur la métairie d'Epaulfort-en-Gosse, successivement sur celle de Châteiet, vis-à-vis Poillé, et de ce point sur le clocher d'Anders-le-Hamon, point de départ ; sauf néanmoins la réserve ci-après indiquée.

2°. Au sieur Louis-Joachim Dubois Jourdan, propriétaire du domaine de Varennes, commune d'Epinen-le-Séguin, de la mine de houille dite anthracite, existante en ladite commune, sur une étendue d'un kilomètre carré, quatre-vingt-quatre hectares quatre-vingt-dix ares, limitée conformément au plan n°. 2, joint à la demande, savoir :

Au levant, par une ligne droite menée du pont de la Nétrie à la métairie de la Besiguère, et continuée jusqu'au point d'intersection avec la ligne qui réunit Epaulfort avec le clocher d'Epinen-le-Séguin, où il sera placé une borne.

Au midi, par une ligne droite tirée du pont de la Nétrie sur la métairie de la Marinière.

Au couchant, par une ligne droite dirigée de la Marinière sur le noger, et s'arrêtant au point d'intersection de la ligne qui réunit le clocher d'Epinen-le-Séguin avec Epaulfort, où il sera placé une deuxième borne.

Au nord de cette seconde borne, en suivant la limite septentrionale qui réunit le clocher d'Epinin-le-Séguin avec la métairie d'Epaulfort.

ART. II. Les cahiers de charges pour chacune de ces concessions, tels qu'ils ont été adoptés par notre Directeur-général des ponts et chaussées et des mines et souscrits par les concessionnaires, sont approuvés, et demeureront annexés à la présente Ordonnance, comme conditions essentielles de concession.

ART. VI. Le sieur Dubois Jourdan, concessionnaire des mines de Varennes, sera en outre tenu, avant de prendre possession, de rembourser au sieur Goupil, propriétaire de la ferme de la Perdrière, la valeur des travaux reconnus utiles à la suite de l'exploitation d'une veine d'anthracite qu'il a découverte et de celles des terrains sur lesquels les travaux sont établis, le tout à l'amiable, ou à dire d'experts choisis par eux, ou nommés d'office s'il y a lieu.

ART. VII. Dans le cas où les concessionnaires de l'une ou de l'autre mine viendraient à renoncer à leur concession, ils seront tenus de prévenir les Préfets, par pétition régulière, au moins six mois à l'avance, pour que l'administration puisse prendre les mesures convenables, soit pour sauver les droits des tiers, par la publicité qui sera donnée à cette demande en renonciation, soit pour faire reconnaître en détail l'entretien des travaux d'exploitation, et déterminer en connaissance de cause s'il y a lieu à entretenir ces travaux en état

de conservation, ou à les abandonner en totalité ou en partie.

Nota. Les autres art. III, IV, V et VIII ont pour objet des mesures générales.

Forge de Brethenay.

Ordonnance du 24 avril 1822, portant que le baron de Mengin Fondragon *est autorisé à transférer à Brethenay (Haute-Marne) et à construire sur la rivière de ce nom, à côté du moulin dit de Brethenay et dans la partie désignée au plan joint à sa demande, l'usine établie à Langues, et composée, conformément aux plans de détails, d'un foyer d'affinerie, d'un marteau et de deux roues hydrauliques; à la charge par l'impétrant ou ses ayans cause, de ne mettre en activité la forge de Brethenay qu'après avoir fait démolir la forge dite d'en bas construite à Langues.*

Usine de Walmünster.

Ordonnance du 1er. mai 1822, portant autorisation au sieur Louis Bouvier Dumolard *d'établir en la commune de Walmünster (Moselle), dans la localité et de la manière indiquées par les plans qu'il a joints à sa demande, une usine pour la fabrication de l'alun et du sulfate de fer, composée de deux chaudières d'évaporation et des ateliers accessoires correspondans; à la charge par l'impétrant de ne consommer dans son usine que des combustibles minéraux.*

Mines de fer d'Urville et Gouvis.

Ordonnance du 1er. mai 1822, portant concession des mines de fer des communes d'Urville et Gouvis (Calvados).

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. La concession des mines de fer des communes d'Urville et Gouvis, département du Calvados, sur une étendue de deux kilomètres carrés, quatre-vingt-treize hectares, est accordée au sieur Doray.

Art. II. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit, savoir: à partir du clocher de Bretteville, par une suite de lignes droites passant par le clocher de Quilly, le point de jonction des chemins de Gouvis à Laugannerie et de Saint-Silvain au pont d'Urville, le clocher d'Urville, le pont d'Urville sur la Laize, et le clocher de Bretteville, point de départ.

Art. III. Le concessionnaire sera tenu de remplir exactement les conditions exprimées au cahier des charges qu'il a consenti; il sera, à cet effet, annexé à la présente Ordonnance, comme condition expresse de la concession.

Nota. Les autres articles ont pour objet des mesures générales.

Cahier des charges pour la concession de la mine de fer d'Urville.

Art. Ier. Le concessionnaire ouvrira, pour servir à l'écoulement des eaux et à l'extraction des minerais, une galerie dont l'emplacement exacte, la direction, les dimensions, et les moyens d'étayement, seront déterminés par le Préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines. Cette galerie sera prolongée jusqu'à la rencontre du gîte de minerais, avec la seule pente nécessaire pour l'écoulement des eaux; à partir de ce point de rencontre, le concessionnaire percera dans le gîte, à droite et à gauche, deux galeries d'allongement, pour le reconnaître dans sa direction.

Art. II. Lorsque les galeries d'allongement ci-dessus indiquées seront commencées, le concessionnaire percera à partir du jour, un puits vertical, destiné à aboutir au toit de la galerie dirigée vers l'est, à une distance de cent à deux cents mètres du point de jonction de cette galerie avec la galerie d'écoulement. L'emplacement définitif de ce puits, ses dimensions et ses moyens d'étayement, seront déterminés par le Préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines. Ce

puits servira à l'extraction des minerais et à l'airage; il servira aussi à faciliter l'établissement de plusieurs étages d'exploitation.

ART. III. Lorsque le gîte de minerais aura été reconnu par les travaux ci-dessus indiqués et par les galeries de traverses, qui seront reconnues nécessaires pour parvenir à ce but, le mode d'exploitation proprement dite du gîte de minerais sera déterminé par le Préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines. Ce mode ne pourra être changé, si les circonstances nécessitent un changement, que d'après une autorisation donnée dans les mêmes formes. Aucune extraction de minerais ne pourra être faite au-dessous du niveau de la galerie d'écoulement, sans une autorisation spéciale de l'administration, qui prescrira alors les mesures nécessaires à la conservation de cette galerie.

ART. IV. Les orifices des excavations débouchant au jour, qui seront jugés inutiles, seront fermés et bouchés solidement, d'après le mode indiqué par l'ingénieur, à la diligence des maires des communes sur lesquelles s'étend la concession.

ART. VII. L'impétrant sera tenu de fournir des minerais de fer aux usines légalement autorisées, qui s'approvisionnent dans l'étendue de sa concession, dans la quantité nécessaire à leur consommation, au prix qui sera fixé par le Préfet.

Nota. Les articles V, VI, VIII et suivans ont pour objet des mesures générales.

Mines de houille de Méjanel.

ORDONNANCE du 1er. mai 1822, portant concession des mines de houille dites de Méjanel (Aveyron).

LOUIS, etc, etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Joseph Taurines et Joseph-Georges Durand, des mines de houille dites de Méjanel, situées communes de Recoules et de Lavernhe, canton de Séverac-le-Château, arrondissement de Milhau, département de l'Aveyron, sur une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, quatre hectares quatre-vingt-dix-sept ares et cinquante mètres carrés, limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, par une suite de lignes droites passant par les points ci-après désignés, savoir:

1°. L'angle sud-est du hameau de Méjanel;
2°. L'angle sud du hameau de Vialaret;
3°. L'angle nord-ouest du hameau de la Folie;
4°. L'angle nord du hameau de la Vaissières;
5°. Le clocher de l'église de Ville-Clause;
6°. L'angle sud-est du hameau de Méjanel, point de départ.

ART. II. Les impétrans feront planter à leurs frais, dans le mois qui suivra la mise en possession, des bornes en pierres à tous les angles des hameaux indiqués ci-dessus.

ART. III. Ils se conformeront aux clauses et conditions du cahier des charges qu'ils ont souscrit, et qui demeurera annexé à la présente ordonnance.

Nota. Les autres articles, que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Mines de pyrites ferrugineuses de la Gravoullère.

ORDONNANCE du 1er. mai 1822, portant concession des mines de pyrites ferrugineuses de la Gravoullère (Gard).

LOUIS, etc., etc., etc.,

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Il est fait concession aux héritiers du sieur André Bardet, du droit d'exploiter la mine de pyrites ferrugineuses de la Gravoullère, commune de Thoiras, département du Gard, laquelle demeure réunie à celle de Paillères, concédée au sieur Bardet, par décret du 29 décembre 1812.

ART. II. La concession des mines de Paillères et de la Gravoullère, contenant une étendue de quatre kilomètres quatre cent cinquante mille mètres carrés, est limitée, suivant le plan ci-joint, par une suite de lignes droites, tirées des Arnauds à la Baraquette, de la Baraquette à Driolle, de Driolle au Marchand, et de là aux Arnauds, point de départ.

ART. III. Le cahier des charges, souscrit par les conces-

sionnaires, demeurera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de la concession.

Nota. Les autres articles, IV, V, VI et VII, ont pour objet des mesures générales.

Cahier des charges pour la demande en concession de la mine de pyrites de la Gravoullère, département du Gard.

ART. Ier. Les concessionnaires de la mine de pyrites ferrugineuses de la Gravoullère perceront une galerie d'écoulement prise au niveau du ruisseau de la croix de Paillères au point marqué G sur le plan, et la poursuivront à travers bancs, jusqu'à la rencontre du gîte de minerais.

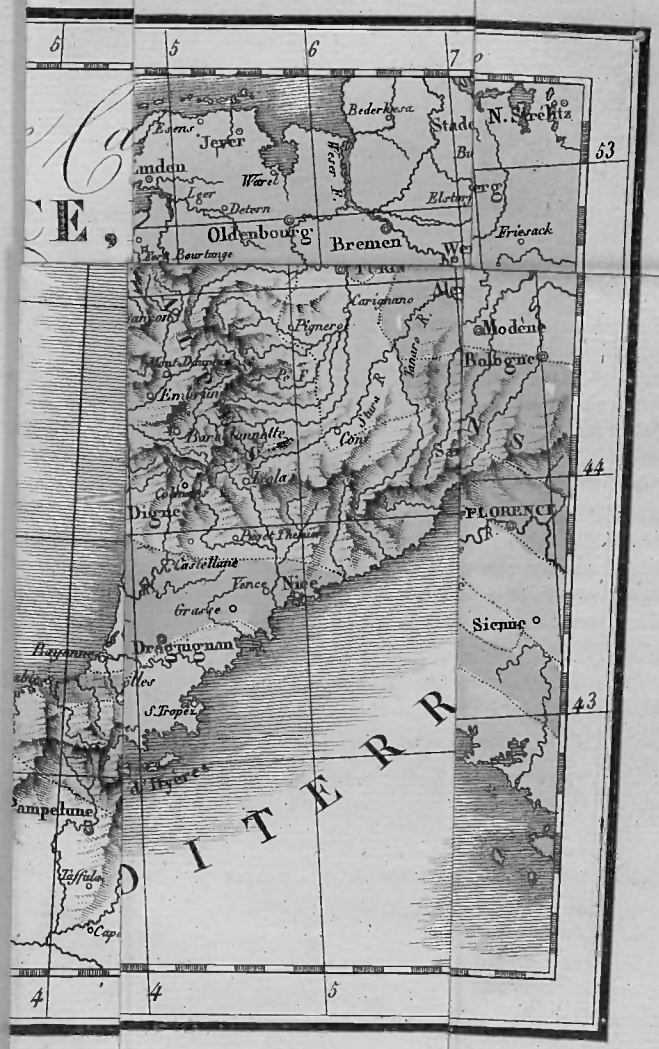
ART. II. Ils découperont, par des galeries d'allongement et des puits, la portion de la couche supérieure au canal ci-dessus, en massifs rectangulaires de cent mètres de longueur et environ vingt mètres de hauteur, et ils exploiteront ces massifs par la méthode des gradins droits ou renversés, en ayant soin de boiser et remblayer convenablement les vides souterrains.

ART. III. Si l'exploitation devait être portée au-dessous des vallées adjacentes, les concessionnaires se conformeraient, pour la conduite des travaux et l'établissement des machines d'extraction et d'épuisement, aux instructions qui leur seraient données par l'Administration des Mines.

ART. IV. Les concessionnaires ne pourront traiter le minerai de la Gravoullère que dans des usines légalement autorisées.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

LA SUITE DES ORDONNANCES DU 2e. TRIMESTRE DE 1822, A LA PROCHAINE LIVRAISON.



Essai d'une Carte Géologique
DE LA FRANCE, DES PAYS-BAS
ET DE QUELQUES CONTRÉES VOISINES

Dressé par J. J. D'OMALIUS D'HALLOY d'après des matériaux recueillis de concert avec Mr. le Baron COQUEBERT DE MONTBRET.

Gravé par Berthe, *Editeur d'une nouvelle Carte d'Europe en deux g.des f.les Rue S.t Jacques, N.o 66, à Paris.*

Explication des Couleurs.

- *Terrains Pyroïdes comprenant les produits des volcans actuels, ainsi que les Terrains Basaltiques et Trachytiques.*
- *Terrains Mastozootiques comprenant tous les Terrains postérieurs à la Craie dont l'origine aqueuse n'est pas contestée.*
- *Terrains Crétacés correspondant à la formation de la Craie avec ses tuffeaux, ses sables et ses argiles.*
- *Terrains Ammonéens comprenant le Calcaire Jurassique, le Quadersandstein, le Muschelkalk, le Grès bigarré et le Zechstein.*
- *Terrains Pénéens comprenant le Macigno, le Grès rouge et le Todte-liegende.*
- *Terrains Primordiaux comprenant les Terrains de transition et les Terrains primitifs.*

Myriamètres. 1 2 3 4 5 10

Lieues communes de France de 25 au Dg.

Lieues Marines de 20 au Deg.

Lieues de Poste de 28 ¾ au Degré.

MER DU NORD

Pas de Calais

LA MANCHE

OCÉAN

MER MÉDITERRANÉE

ARDENNES

FORÊT NOIRE

ALPES

HANOVRE

HARZ

CORSE

NOTICE

Sur les mines de fer et les forges de Framont et de Rothau ;

Par M. L. ELIE DE BEAUMONT, Elève-Ingénieur au Corps royal des Mines.

Framont se trouve dans les Vosges, à l'extrémité N.-E. du département qui porte leur nom ; Rothau est situé à six kilomètres, à l'est de Framont. Les mines de fer et les forges de Framont appartenaient, il y a trente ans, au prince de Salm, et celles de Rothau au baron de Dietrich. Ces divers établissemens font maintenant partie des propriétés de M. Champy, et ont reçu, par ses soins, d'importantes améliorations. C'est au zèle éclairé de cet honorable député, pour l'art des mines, que je dois la plupart des données positives que renferme cette notice. Carte de Cassini, n°. 163.

Deux formations bien distinctes constituent le sol des environs de Framont et de Rothau.

La première est principalement composée de roches feldspathiques et amphiboliques, à texture granitoïde, porphyrique ou compacte, renfermant des couches subordonnées de roches arénacées et des amas de calcaire compacte ou saccharoïde, dans lequel on voit des débris d'êtres organisés. Les indices de stratification, qui ne se voient bien distinctement qu'en un petit nombre de points, sont toujours dirigés

du N.-E. au S.-O., et plongent au S.-E. sous un angle très-considérable. Cette formation constitue les montagnes élevées et arrondies qui s'étendent du Champ-du-Feu vers Grendelbrouck; à partir de cette ligne, elle s'abaisse peu-à-peu vers le N.-O. et se perd aux environs de Framont sous l'autre formation.

Celle-ci consiste en une énorme assise de grès quarzeux, d'un grain uniforme et grossier, coloré en rouge de brique plus ou moins foncé par de l'oxide de fer, dont les couches peu prononcées sont sensiblement horizontales et s'étendent sur la tranche des couches de la formation précédente. Elle s'élève brusquement au-dessus du terrain de transition, en présentant vers l'est une pente abrupte, au pied de laquelle se trouve Framont. Le Donon, qui domine ce village, en est le point le plus élevé. Elle s'abaisse insensiblement à l'ouest, vers les plaines de la Lorraine.

Mines de fer de Rothau.

Les mines de fer de Rothau s'exploitent toutes dans le terraiu de transition et dans la partie de ce terrain qui est composée de roches granitoïdes. Je vais d'abord donner une idée de chaque mine en particulier, en allant du nord au sud.

Mine de Banwald.

La mine de Banwald s'exploite dans la montagne granitique qui domine Rothau au N.-O. Cette montagne est traversée par plusieurs masses aplaties de quarz, ayant de quelques centimètres à plusieurs mètres de puissance, dirigées du N.-E. $\frac{1}{4}$ E., au S.-O. $\frac{1}{4}$ O., et plongeant du côté du nord sous un angle d'environ 70°. Elles présentent souvent des cristaux de quarz ayant, d'après Dietrich, jusqu'à un

demi-mètre de longueur. Le dépôt de minerai de fer forme une plaque parallèle à celles de quarz, et dont la puissance varie de quelques décimètres à un mètre. Ce minerai est de l'oxide rouge, à cassure compacte plus ou moins éclatante, d'un gris bleuâtre, un peu magnétique et par conséquent mélangé de fer oxidulé, renfermant quelques fragmens de roches et beaucoup de mica. Il est souvent accompagné de quarz et d'un détritus de roches en parties fines, peu fortement agglutiné, riche en mica, nommé minette. On trouve sur les haldes des morceaux du granite, dans lequel le tout est encaissé, présentant des veines de fer oxidé compacte, qui paraissent n'être que des fentes remplies. Quelques échantillons présentent au milieu du minerai des fragmens non décomposés de granite. La masse exploitée éprouve un rejet d'un mètre à la rencontre d'une fissure d'un ou deux centimètres de largeur, remplie d'argile, dirigée du nord au sud et plongeant vers l'est sous un très-grand angle.

Les masses de fer oxidé et de quarz qui se trouvent dans la montagne de Banwald, paraissent traverser la vallée de la Rothaine et se retrouvent sur le flanc gauche, où s'exploitait autrefois la mine des hussards. La masse exploitée avait en ce point un mètre de puissance; on y trouvait de l'oxide rouge de fer, accompagné de pyrites, d'ocre jaune et de minette. A peu de distance de là on a exploité, jusqu'à ces derniers temps, sur une masse analogue et parallèle la mine de coutelle.

Mine de Minkette.

J'ai vu dans le vallon de Minkette deux masses aplaties parallèles, peu éloignées, de minerai de

fer, sur lesquelles on fait actuellement des travaux d'exploitation et de recherche. Elles sont encaissées dans un granite à feldspath rougeâtre, se dirigent de l'E. $\frac{1}{4}$ N.-E., à l'O. $\frac{1}{4}$ S.-O., et plongent vers le nord sous un angle de 70 à 80°. Leur puissance surpasse rarement un mètre. On y trouve, par bandes grossièrement parallèles, du fer oxidé rouge, à cassure compacte, d'un gris bleuâtre, et présentant l'éclat métallique; du quarz blanc ou coloré par de l'ocre, compacte et quelquefois celluleux, et des rognons de pyrite de fer souvent gros comme le poing : on y voit aussi de la minette. Le fer oxidé rouge est quelquefois celluleux, et ses cavités sont remplies d'ocre jaune.

Mines de Bacpré.

Dans le vallon de Bacpré se trouvent trois exploitations ouvertes sur un système de plaques parallèles très-voisines, dirigées entre le N.-E. et le N.-E. $\frac{1}{4}$ E., et plongeant vers le N.-O. sous un angle de 70 à 80°. Le minerai, peu différent des précédens, est accompagné au toit et au mur de minette et d'un mélange incohérent de fragmens de roches d'argile et d'ocre. Chaque plaque a ordinairement moins d'un mètre de puissance. A peu de distance de là, on a exploité la mine du Spathberg sur une masse analogue et à-peu-près parallèle. Le fer oxidé y est accompagné de pyrite, de quarz et de minette.

Mines de St.-Nicolas.

Le vallon de Saint-Nicolas présente plusieurs mines ouvertes sur des dépôts du même genre, qui se trouvent dans le granite. Dans la mine de Riancourt, la plaque de mine de fer est dirigée de l'E. $\frac{1}{4}$ N.-E, à l'O. $\frac{1}{4}$ S.-O., et plonge vers le nord sous un angle de 70 à 80°; elle n'a que

2 ou 3 décimètres de puissance. A la rencontre d'une fente verticale, dirigée à-peu-près du N. au S., elle éprouve un rejet d'un mètre. La mine dite de Saint-Nicolas est ouverte dans l'autre flanc de la vallée, sur le prolongement de la même veine, qui s'y trouve accompagnée au toit et au mur d'une grande quantité de minette, dont on se sert pour bourrer les coups de mine, et qu'on employait autrefois comme *fondant* au fourneau de Rothau.

Mines du chénot de Solbach.

Dans la montagne appelée le chénot de Solbach, qui domine le village de ce nom, on a trouvé dans le granite plusieurs plaques dirigées du N.-E. au S.-O. et plongeant au N.-O, du fer oxidé rouge semblable à celui des autres mines. La masse exploitable a rarement plus de 2 ou 3 décimètres d'épaisseur, et a pour salebande au mur de la minette et au toit une argile mélangée de débris de roches et de manganèse oxidé noir terreux, que les mineurs appellent *brand*.

Mine de fer spathique de Waldersbach.

On a exploité autrefois à Waldersbach un fer spathique blanc grisâtre ou jaunâtre, cristallin, opaque, présentant l'éclat nacré, mêlé de sable siliceux, rendant, dit Dietrich, 34 pour 100 de fonte grise, et perdant 32 pour 100 par la calcination. La masse exploitée avait 2 décimètres d'épaisseur; elle était dirigée du N.-E. au S.-O. et accompagnée d'ocre.

Mine de Belmont.

A Belmont, on a exploité près du chemin de Rothau, dans le granite, un filon de fer oxidé rouge compacte, accompagné de fer hydraté.

Mine de Waldersbach.

A Wildersbach on a exploité, dans du granite, des veines d'un à 3 décimètres d'oxide

rouge, dirigées de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. et accompagnées de minette.

A Haut-Perreux, près Neuvilliers, on a trouvé une veine, à-peu-près parallèle aux précédentes, de cuivre sulfuré et carbonaté.

Résumé. En résumé, les mines de fer oxidé rouge, compacte, un peu magnétique, de Rothau sont exploitées sur des masses peu puissantes de ce minéral, présentant généralement la forme d'une plaque de 2 ou 4 décimètres d'épaisseur, plane dans son ensemble. Ces plaques sont dirigées moyennement du N.-E. $\frac{1}{4}$ E., au S.-O. $\frac{1}{4}$ O., et plongent vers le N. sous un angle de 70 à 80°: elles approchent par conséquent d'être perpendiculaires à la stratification du terrain, dont tous les indices sont dirigés du N.-E. au S.-O. et plongent vers le S.-E. sous un angle d'environ 45°. Ces dépôts de mine de fer ne sont donc ni des couches subordonnées ni des veines proprement dites; ils sont d'ailleurs trop étendus en longueur et en profondeur, pour qu'on puisse les considérer comme des amas, et paraissent *devoir être rangés dans la classe des filons*. Cette conclusion est appuyée par l'observation de la variété des minéraux qni accompagnent le minerai de fer; du parallélisme de ces masses avec des masses aplaties de quarz contenant de grands cristaux, de fer spathique, et de cuivre carbonaté et sulfuré; des salebandes de minette et d'argile qui les séparent du granite; des ramifications qu'elles poussent dans le granite, et qui paraissent des fentes remplies; et des fragmens de granite qni s'y trouvent empâtés.

Mines de Framont. Toutes les mines de Framont, à l'exception d'une seule dont je parlerai à part, sont ou-

vertes dans le terrain de transition, composé en ce point d'un grünstein passant quelquefois au pétrosilex par la diminution de la proportion de l'amphibole, présentant souvent de petits cristaux de feldspath et presque toujours des grains cubiques de fer sulfuré, et renfermant un grand nombre d'amas d'un calcaire saccharoïde, blanc gris ou rougeâtre, qui montre quelquefois des débris d'êtres organisés. L'un de ces amas, qui touche la mine grise, présente des veines verdâtres, qui paraissent colorées ainsi par un mélange de grünstein, et renferment une quantité de petits cristaux octaèdres et magnétiques de fer oxidulé. Le grünstein est pénétré, dans tons les sens, d'une infinité de fissures qui rendent difficile d'obtenir, avec le marteau, une cassure fraîche dans un morceau isolé. En place, il est souvent très-tenace, et ce n'est alors qu'avec de grandes dépenses qu'on parvient à y percer des galeries. Le minerai de fer forme plusieurs masses distinctes; les principales ont été découvertes à peu de distance les unes des autres, dans un petit vallon appelé vallée des minières, où se trouvent toutes les mines actuellement en exploitation. Je donnerai d'abord une idée de chacune de ces masses.

Mine de Grand-Fontaine. La mine de Grand-Fontaine, ou mine rouge, est le plus considérable et le plus informe des dépôts de fer oxidé rouge exploités à Framont. Le plan le plus étendu qu'on puisse mener dans son intérieur est dirigé à-peu-près de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., et plonge vers le nord sous un angle de 60 à 70°. Le minerai est du fer oxidé rouge, à cassure mate et terreuse, ordinaire-

ment très-dur. Il est parsemé de petits cristaux de fer oligiste, qui brillent de toutes parts à la lumière sur les parois de l'exploitation, et présente des géodes tapissées de cristaux lenticulaires du même minéral. Il empâte très-souvent de petits fragmens verdâtres qui paraissent provenir de la destruction des roches environnantes. On y trouve aussi des morceaux plus ou moins gros de roches empâtés dans le minerai. Ces blocs présentent quelquefois des fentes remplies de fer oxidé. L'abondance plus ou moins grande de ces blocs, des petits fragmens et même des parties invisibles mélangées au minerai de fer, fait que la richesse de la masse est loin d'être uniforme. C'est ce qu'atteste l'extrême irrégularité des anciens travaux, qu'on a toujours dirigés de manière à suivre les parties les plus riches. On m'a assuré que, dans quelques parties de la mine, les veines de fer oxidé devenant rares et minces, le minerai semble aller se perdre insensiblement au milieu du grünstein. Le fer oligiste, compacte ou cristallisé, n'est pas la seule espèce minérale qu'on trouve pêle-mêle avec les débris du terrain dans ce vaste dépôt. Des géodes, qu'enveloppe du fer oxidé rouge compacte, présentent des druses de cristaux de quarz, de chaux carbonatée de diverses formes et de fer spathique. Ces cristaux sont saupoudrés de lamelles de fer oligiste en partie incrustées dans leur surface. Ces géodes et les géodes de fer oligiste présentent aussi des masses lamelleuses de chaux carbonatée ferrifère, très-riche et brunissante, de baryte sulfatée et de l'arragonite en longs cristaux limpides, réunis en masses rayonnées.

Mine grise.

La mine grise se présente sous la forme d'une énorme plaque de fer oxidé rouge compacte, à cassure mate ou terreuse, présentant des géodes et des cristaux disséminés de fer oligiste cristallisé, et empâtant une multitude de petites parties verdâtres qui paraissent être des débris de grünstein, dont on y voit aussi des blocs plus ou moins gros. Cette masse a 5 à 6 mètres d'épaisseur sur une longueur et une profondeur inconnues. Elle est dirigée de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., et plonge du côté du midi sous un angle de 50 à 60°; elle a pour mur la roche de grünstein, dont elle est, je crois, séparée par une salebande de minette ou de débris. Son toit est un grand dépôt de chaux carbonatée saccharoïde, à gros grains, opaque, d'un éclat nacré, d'un blanc grisâtre ou jaunâtre, assez dure, présentant des cavités allongées, tapissées de cristaux de même nature et de même aspect que la masse. On y voit quelquefois des fentes remplies d'une matière noire un peu micacée, analogue à de la minette très-fine, ou de fer oligiste cristallisé, ou tapissées de cristaux limpides de chaux carbonatée, en prisme à six faces, mal formé, terminé par un pointement à trois faces. Ce minéral a tous les caractères extérieurs du fer spathique; il ressemble entièrement à celui qu'on a exploité autrefois à Waldersbach sous le nom de mine blanche, et rappelle le fer spathique à petites facettes d'Allevard, appelé *rives;* mais il est très-pauvre en fer et renferme à sa place beaucoup de magnésie. Malgré cela, je suis porté à croire que celui dont il s'agit ici est contemporain du filon de fer spa-

thique de Waldersbach. Ce calcaire se voit, au jour, au fond de la vallée des minières, où il forme un gros rocher qu'on a exploité à la poudre comme pierre à chaux. Là, on trouve empâtés dans son intérieur des morceaux de roche feldspathique blanc brunâtre, un peu schistoïde, et paraissant en décomposition, qui présente de petits grains de quarz hyalin, et semble très-analogue à une de celles qui constituent le terrain à peu de distance de là.

Mine de Metzyer.

La mine de Metzyer, exploitée depuis peu dans le voisinage de la précédente, consiste en un gros bloc de fer oxidé rouge, un peu magnétique, à cassure compacte ou terreuse. Tous les points des parois de l'exploitation scintillent à la lumière, à cause de la multitude des paillettes de fer oligiste qui s'y trouvent empâtées. On y voit aussi des géodes tapissées de cristaux de cette substance, à surface tantôt mate et grise, tantôt brillante et irisée. La masse compacte de fer oxidé rouge est traversée çà et là par des zones de quarz blanc, entre lesquelles se trouvent quelquefois des cavités cellulaires, formées de la même substance et remplies de fer hydraté pulvérulent ou de petits cristaux souvent non adhérens de fer oligiste. On trouve aussi empâtés dans le minerai des fragmens quelquefois d'un mètre de diamètre d'une roche feldspathique un peu décomposée, blanchâtre, présentant de petits points de quarz hyalin, et qui paraît être identique avec celle dont on trouve des fragmens empâtés dans le calcaire nacré, et avoir son analogue dans le terrain environnant. Ils ne sont pas pénétrés de fer; mais leur surface est couverte en plusieurs

points de petits cristaux lenticulaires de fer oligiste irisé. L'une des parois de cette masse de minerai est formée par une espèce de salebande d'argile onctueuse, remplie de débris de roches et renfermant du manganèse oxidé noir terreux, que les ouvriers nomment *brand*. On trouve dans cette argile des dépôts d'ocre jaune assez pure pour être livrée au commerce.

Mine jaune.

A peu de distance de cette mine, se trouve la mine jaune. C'est un dépôt très-épais de fer hydraté, dont le plan principal est dirigé de l'E. $\frac{1}{4}$ N.-E, à l'O. $\frac{1}{4}$ S.-O., et plonge vers le sud sous un angle très-considérable. On y trouve du fer hydraté compacte, entre-mêlé quelquefois d'argile et de débris de roches, et présentant des géodes d'hématite brune, dans lesquelles pendent fréquemment des masses stalactiformes de la même substance. La surface de ces hématites est quelquefois irisée et reflète les plus belles couleurs. Une galerie horizontale qui part de ce dépôt montre, à 30 mètres environ de sa direction, un dépôt peu épais de calcaire nacré, qui paraît lui être parallèle, et a pour salebande une argile ocreuse mélangée de manganèse oxidé noir terreux. Ce calcaire nacré présente de petites veines de fer oligiste. Il paraît entièrement semblable à celui de la mine grise et du grand rocher; je l'ai trouvé composé de la manière suivante :

Chaux	0,286	conten. oxigène	0,080	
Magnésie	0,162		0,062	
Protoxide de fer	0,050		0,010	0,156
Prot. de mangan.	0,022		0,004	
Acide carbonique	0,430			0,312 = 2 × 156
Partie insoluble	0,048			
	0,998			

L'oxigène contenu dans la chaux, la magnésie, et les protoxides de fer et de manganèse, étant la moitié de celui que contient l'acide carbonique, ces quatre bases sont unies à l'acide; les trois dernières paraissent assujetties à contenir, à elles toutes, autant d'oxigène que la chaux : du reste, on peut croire qu'elles peuvent varier de proportion entre elles.

Mine noire. Le minerai qu'on extrait de la mine noire est une matière terreuse, d'un brun noirâtre, et qui devient tout-à-fait noire quand on la mouille. Cette terre renferme, avec quelques débris de roches, une grande quantité de petits cristaux brillans de fer oligiste, et une assez forte proportion de manganèse oxidé hydraté terreux; elle donne un fer très-doux. La partie que j'ai vu exploiter présentait une plaque verticale et d'environ un mètre d'épaisseur, dirigée à-peu-près de l'E. à l'O.; elle était encaissée entre un banc de calcaire nacré et un banc de sable. Le minerai et le sable semblaient former, par rapport au calcaire nacré, deux salebandes successives.

Mine de l'Évêché. La mine de l'Évêché était ouverte à plus d'un kilomètre des précédentes, dans la montagne de l'Évêché qui domine vers le nord le village de Framont; elle est maintenaut abandonnée. C'était une masse de plusieurs mètres de puissance et d'une grande longueur, composée de fer oxidé rouge, présentant des cristaux disséminés et des géodes de fer oligiste, du fer oxidé hydraté, souvent hématiforme, quelquefois à cassure terreuse et contenant des pyrites. On y trouve aussi du cuivre pyriteux, de la blende, du fer spathique en cristaux limpides, du manganèse oxidé en petites masses mamelonnées et et du calcaire nacré.

Mine des bois de Visch. Dans les bois de Visch, qui croissent sur un terrain de transition identique avec celui de Framont, on a exploité des dépôts de fer oxidé présentant de belles masses mamelonnées d'hématite rouge.

Outre les minéraux que j'ai cités, les mines de Framont doivent renfermer un minerai de plomb; car les ouvriers m'ont assuré qu'on trouve fréquemment du plomb dans les fissures du haut-fourneau quand on met hors.

Résumé. En résumé, les mines de fer oxidé rouge et d'hématite brune de Framont sont ouvertes dans des masses très-puissantes de ces minéraux, dont chacune, prise dans son ensemble, a la forme d'une très-grosse plaque placée obliquement dans le terrain; et, considérée dans les détails, paraît informe et semble n'être soumise, dans sa structure, à aucune règle. Ce désordre apparent paraît être une conséquence de la nature du terrain. Il ne doit pas empêcher d'avoir égard aux caractères plus ou moins décisifs que présentent d'ailleurs ces masses minérales. Elles ne sont pas placées parallèlement les unes aux autres, et aucune d'elles ne paraît l'être aux faibles indices de stratification que présente le terrain des environs. Ce ne sont donc ni des couches ni des veines; ce ne sont pas non plus des amas contemporains: les blocs de roches qu'on y trouve et les salebandes qui les accompagnent ne permettent pas d'en prendre cette idée. Il ne paraît pas non plus que ce soient des systèmes de petits filons, des stockverks, comme on pourrait le croire d'après la quantité de roches qu'on trouve interposées dans le minerai; il y a des parties trop étendues sans roches. Enfin ils sont

liés trop intimement avec les dépôts de chaux carbonatée nacrée, pour qu'on ne leur suppose pas une origine analogue à la leur, et ceux-ci que j'ai déjà présentés comme contemporains du filon de fer spathique de Waldersbach, offrent tous les caractères de dépôts faits par concrétion dans de vastes cavités. Telle paraît donc être l'origine des dépôts de fer oxidé, qui se trouvent ainsi rentrer, malgré leur forme bizarre, dans la classe des filons; opinion que fortifie la grande variété des minéraux qu'on y trouve. Quelle que soit la cause qui aura creusé ces cavités, elles auront dû, vu la nature des roches, être très-irrégulières et servir de point de départ à une multitude de fentes qui se perdaient en s'éloignant. Cette considération me paraît expliquer la forme bizarre et quelquefois mal déterminée des dépôts de fer. Deux cavités semblables ont dû être ouvertes successivement l'une à côté de l'autre dans la mine grise qui présente deux masses juxtaposées; l'une de fer oxidé, l'autre de calcaire nacré : il en a été de même par-tout où il y a des salebandes.

Mine du Colbery.

J'ai encore à parler d'une mine de fer qu'on a exploitée autrefois à Framont et abandonnée dernièrement. Elle était ouverte dans le grès des Vosges, au pied de la montagne appelée le Colbery : on en retirait du fer oxidé rouge compacte, mêlé d'hydrate, empâtant des grains de sable quarzeux et des morceaux de quarz qui viennent du grès. La ressemblance minéralogique et la ressemblance de position me portent à assimiler ce dépôt de fer à ceux qu'on exploite près de Bergzabern, de Fleckenstein et d'Erlenbach, et qui paraissent être des filons,

contemporains de ceux de plomb phosphaté.

Travaux d'exploitation.

Les filons de Rothau présentent en général une épaisseur de 2 à 4 décimètres de minerai exploitable, bordé de salebandes de minette, d'argile et de roches désagrégées, qui portent à un mètre environ l'épaisseur totale du filon. Les eaux sont peu abondantes. Toutes ces mines sont exploitées de la même manière; dans celle de Banwald, par exemple, le roulage et l'écoulement des eaux ont lieu par une galerie horizontale creusée dans le filon, et boisée avec des cadres de trois pièces évasés par le bas, derrière lesquels on enfonce de grands coins de bois fendu. Dans la partie où l'on travaille, on soutient le toit du filon par des poteaux de bois appuyés sur le mur perpendiculairement à sa surface. On dispose les travaux par gradins droits, qu'on entaille tantôt au pic, tantôt à la poudre, suivant la consistance du minerai. Dans quelques mines, on exploite à l'aide de petits puits au-dessous de la galerie d'entrée.

Les travaux exécutés à Framont sont plus étendus, plus irréguliers, et avaient été jusqu'ici moins bien entendus. La mine de Grand-Fontaine sur-tout a été exploitée avec une grande irrégularité. On n'a cherché qu'à suivre continuellement les veines les plus riches sans s'embarrasser de compromettre l'exploitation du reste. Il serait difficile de donner une idée de la disposition des travaux. On y entre par une galerie d'écoulement qui sert en même temps à l'airage et au roulage. On exploite à une grande profondeur au-dessous de cette galerie, et les eaux qui sont abondantes sont élevées par des pompes que met en jeu une roue à augets. On travaille tantôt au pic, tantôt à la poudre.

La mine grise est d'une exploitation beaucoup plus facile. C'est une couche inclinée de minerai, recouverte par une couche de calcaire nacré très-solide. On laisse des piliers de minerai pour soutenir le toit, et on exploite le reste de la masse par banquettes et gradins; on travaille à la poudre. On exploite en ce moment au-dessous de la galerie d'écoulement, jusqu'au niveau de laquelle on élève, à l'aide de pompes à bras, les eaux qui sont peu abondantes.

Les autres mines de Framont ne présentent rien, dans leur mode d'exploitation, qui paraisse digne de fixer l'attention.

A Framont et à Rothau, le roulage s'exécute à l'aide de brouettes.

Préparation mécanique.

Lorsqu'on a apporté le minerai à l'entrée de la mine, on le casse à coups de marteau, sur des tas de fonte, en morceaux de la grosseur d'une grosse noix, et on fait le triage à la main des parties trop pauvres pour être jetées dans le fourneau. On ne fait ni lavage ni grillage.

La mine se mesure par cuveaux et par baches. Le cuveau est une mesure de 3 pieds $\frac{1}{2}$ cubes: il contient huit basches, dont chacune est de $\frac{3,5}{8} =$ $0,43^{p.c.}$ ou $0,013^{m.c.}$

Pour terminer ce qui concerne les minerais de fer de Framont et de Rothau, je vais placer ici leur poids pris par M. Champy sur des tas près d'être jetés dans le fourneau, et le résultat des essais auxquels je les ai soumis dans le laboratoire de l'Ecole des mines. Pour faire ces essais, on a mêlé 10g. de minerai avec 1g. de marbre, et on a placé le tout dans un creuset brasqué, qu'on a chauffé dans la forge d'essai. Cette proportion de minerai et de carbonate de chaux est à-peu-près celle dans laquelle on emploie le

minerai et la castine au haut-fourneau. Pour la mine noire et pour la mine jaune seulement, on a cru devoir s'en écarter; on a ajouté à la première 1g.,60 de marbre et 0g.,80 de quarz, et à la seconde 1g.,60 de marbre. Dans tous ces essais la scorie obtenue était bien fondue et d'un gris plus ou moins mêlé de bleu.

Résultats des essais à la forge, pour une partie.

	POIDS par basche.	FONTE.	OXIGÈNE	PARTIES volatiles. (*a*)	MATIÈRES terreuses. (*b*)	rapport de l'oxig. au fer.
	kilogr.					
Mine de G.-Fontaine	27,0	0,319 (1)	0,142	0,092	0,446	$\frac{44}{100}$
Mine grise.....	28,5	0,511 (2)	0,137	0,162	0,390	$\frac{44}{100}$
Mine de Metzyer...	27,5	0,302 (3)	0,137	0,012	0,549	$\frac{43}{100}$
Mine jaune.....	29,0	0,469 (4)	0,204	0,110	0,217	$\frac{43}{100}$
Mine noire (*c*).....	18,0	0,548 (5)	0,140	0,074	0,438	$\frac{40}{100}$
Mine de Colbery...	....	0,411 (6)	0,181	0,056	0,552	$\frac{44}{100}$
Mine de Banwald (*d*)	27,5	0,304 (7)	0,139	0,020	0,537	$\frac{45}{100}$

(1) Fonte truitée, qui se casse aisément après s'être un peu aplatie sous le marteau.

(2) Fonte blanche très-lamelleuse et très-cassante.

(3) Fonte grise un peu lamelleuse s'aplatissant un peu sous le marteau.

(4) Fonte d'un blanc grisâtre, à petits grains, se laissant un peu aplatir sous le marteau.

(5) Fonte truitée.

(6) Fonte grise cassante.

(7) Fonte truitée, à petits grains, se laissant un peu aplatir sous le marteau.

Le rapport de l'oxigène au fer, dans le peroxide de fer, est de $\frac{443}{1000}$. On voit donc que les diverses mines sont principalement composées de cet oxide, à l'exception de la mine noire, dans laquelle il paraît qu'une partie du fer se trouve à un autre état.

(*a*) Ces parties volatiles ne peuvent guère être que de l'eau.

(*b*) Ces matières terreuses consistent en partie en petits fragmens de grünstein empatés dans le minerai.

(*c*) J'ai fait une analyse complète de la mine noire, et j'y ai trouvé 0,08 de manganèse hydratée.

(*d*) Les diverses mines de Rothau ont le même poids et probablement une composition peu différente.

Castine. On emploie comme castine, à Framont, du calcaire qui se trouve en amas dans le terrain de transition, et que j'ai décrit plus haut. L'amas qu'on exploite pour cet usage est voisin de la mine jaune : à force d'en prendre, on y a creusé une vaste chambre. On le casse à coups de marteau, en morceaux de la grosseur d'une noix. Le basche pèse 19^{k},5. J'en ai fait l'analyse, et je l'ai trouvé composé de la manière suivante :

Roches mélangées.....	0,020	Partie volatile....	0,428
Carbonate de magnésie..	0,062	Partie fine.....	0,572
Carbonate de chaux....	0,904		1,000
Perte.....	0,014		
	1,000		

Charbon. Le bois est assez cher à Framont. La Brusche, qui traverse Rothau et va tomber dans l'Ill à

Strasbourg, permet de flotter jusqu'à cette ville tout celui qu'on peut, sans trop de frais, schlitter et voiturer jusqu'à ses bords. On ne convertit en charbon que le bois qui a cru dans des lieux reculés ou presque inaccessibles, et les branches de celui qu'on flotte. On sépare avec soin les bois résineux et non résineux. Le procédé de carbonisation n'offre rien de particulier. Le charbon se mesure par bannes, cuveaux et paniers. La banne est de 220 pieds cubes ou 7,9$^{m.c.}$; elle contient 10 cuveaux, dont chacun est de 22$^{p.c.}$ = 0,79$^{m.c.}$, et chaque cuveau contient 5 paniers, chacun de 4,4$^{p.c.}$, = 0,16$^{m.c.}$

Le panier de charbon de bois dur, après six mois d'emmagasinage, pèse, terme moyen, d'après M. Champy, 37^{k}.

Le panier de charbon de bois de sapin pèse, terme moyen, après le même temps, 21^{k}.

Dietrich donne, dans son ouvrage, les poids de mesures déterminées de bois dur et de sapin de Rothau. Ces poids devraient équivaloir à ceux qui précèdent, attendu que Framont et Rothau tirent leurs charbons des mêmes forêts ; cependant on en déduit que le panier de charbon de bois dur pèse 30^{k}, et celui de charbon de sapin, 22^{k},5. La différence peut venir d'un changement dans le procédé de carbonisation, et d'un triage plus exact des charbons de bois dur et résineux. Il résulte de ce qu'on vient de lire, que dans les Vosges le mètre cube de charbon pèse :

	D'après M. Champy.	D'après Dietrich.
Celui de bois dur.	231 kil.....	187 kil.
Et celui de sapin..	131	140

Le charbon de bois dur est préféré pour les

hauts-fourneaux, comme donnant plus de chaleur, et celui de sapin pour les affineries, comme produisant un feu plus doux.

Tourbe. On exploite de la tourbe à 6 kilomètres, à l'est de Framont, dans la petite vallée de Prayé, creusée dans le grès des Vosges et ouverte vers la Lorraine. On l'extrait à la bêche et on la sèche au soleil. Il y a de la tourbe exploitable sur les sommités de plusieurs montagnes granitiques de ce canton, et particulièrement sur le Champ-du-Feu.

Forces motrices. Toutes les machines employées dans les usines de Framont et de Rothau sont mises en mouvement par l'eau, au moyen de roues à augets ou à palettes. Les eaux étant abondantes toute l'année dans ces deux endroits, et les chutes considérables dans le premier, on s'est très-peu appliqué à les ménager, et je n'entrerai dans aucun détail sur la construction des roues.

Hauts-fourneaux. Les minerais dont j'ai parlé étaient traités, il y a quelques années, dans trois hauts-fourneaux, ceux de Framont, de Grand-Fontaine et de Rothau. La disette de combustible et le peu d'abondance des mines de Rothau font que les deux premiers sont seuls en activité depuis quelque temps.

Haut-fourneau de Framont. Le haut-fourneau de Framont a 22 pieds de haut, depuis le fond du creuset jusqu'au gueulard. Il y a 7 pieds $\frac{1}{2}$ du même point à la partie supérieure des étalages, et 13 pouces jusqu'à la tuyère. Au-dessus des étalages, le fourneau a 7 pieds de large. Autrefois on faisait la chemise, l'ouvrage et le creuset carrés, ensuite la chemise à 8 pans; maintenant on fait la chemise circulaire, et l'ouvrage ovale aussi bien que le creuset. Le creuset peut contenir 1500^{k} de fonte.

Sa capacité reste à-peu-près la même pendant toute la campagne, parce qu'on baisse la dame à mesure qu'il s'élargit. Au commencement, on la place à 2 pouces au-dessous de la tuyère. La capacité intérieure du fourneau, y compris le creuset, est de 13$^{m.c.}$ environ. Le massif extérieur est construit en grès des Vosges d'un rouge de brique, et d'un grain égal et moyen. C'est avec cette même pierre, qui, étant composée presque entièrement de grains de quarz et d'un tissu lâche, résiste bien au feu, qu'on construit le creuset, l'ouvrage et la chemise. Pendant le fondage, ce grès subit une sorte de demi-vitrification, due probablement à de petits grains feldspathiques, et devient blanc. Les étalages se construisent avec un sable rougeâtre un peu argileux qu'on bat fortement. Les embrasures de la tuyère et de la tympe s'ouvrent sous un vaste hangar, qui embrasse deux faces du massif, et sert à abriter les ouvriers et deux soufflets de bois pyramidaux qui lancent l'air dans le fourneau. Leurs volans sont abaissés par des cames implantées dans un arbre tournant, et relevés par l'effet d'un contre-poids. Le volume d'un soufflet ouvert est $V = 2{,}702^{m.c.}$, celui d'un soufflet fermé $v = 0{,}956^{m.c.}$, et par suite le vide produit chaque fois que le volant est soulevé, est $w = 1{,}746^{m.c.}$ Pour conclure de là la quantité d'air lancée à chaque coup de soufflet, il faudrait encore connaître la pression de l'air dans son intérieur au moment où le volant commence à se relever, ainsi que la pression qu'il conserve quand le volant arrive au point le plus haut de sa course. N'ayant pu obtenir ces données, j'adopterai à cet égard la supposition que M. Hassenfratz a faite pour don-

ner un exemple de ce calcul (*Sidérotechnie*, t. II). Dans cette supposition, on a, en appelant u le volume de l'air lancé à chaque coup ramené à la pression de l'atmosphère, $u = 0{,}9843\,w - 0{,}0363\,v = 1{,}68^{m.c.}$ Les soufflets marchent avec la même vitesse pendant toute la durée du travail, à moins qu'on ne manque d'eau, ce qui est très-rare. Chaque soufflet donne 5,14 coups en une minute; par conséquent, les deux soufflets lancent pendant cet intervalle $17{,}27^{m.c.}$ d'air, volume un peu plus grand que le vide intérieur du fourneau. En une heure, les soufflets lancent $1036^{m.c.}$ d'air contenant $207^{m.c.}$ d'oxigène, qui, sous la pression, et la température moyenne de Framont, qui doivent être environ $0^{m.}75$ et 8° centigrades, pèsent $283^{k.}$ et peuvent transformer en acide carbonique $105^{k.}$ de carbone.

Le haut-fourneau de Framont a été mis en feu le 21 janvier 1821. A cet effet, on a rempli le fourneau de charbon qu'on a allumé par le bas; douze heures après, on a commencé à faire des grillages, opération qui s'exécute ici comme dans la plupart des hauts-fourneaux de France. Chaque fois qu'il s'est formé à la partie supérieure du fourneau un vide suffisant, on y a versé 6 paniers de charbon. Au bout de 48 heures, on a commencé à charger sur chaque charge de 6 paniers de charbon un bache et demi de castine et 4 baches de minerai. 57 heures après la mise en feu, on a tiré la pale et donné le vent des soufflets; enfin, après 89 heures de travail, on a coulé la première gueuse. On a augmenté graduellement la charge de mine jusqu'à ce qu'on ait jugé, à la qualité de la fonte, que le fourneau ne pouvait en supporter une plus forte. La charge ordinaire est de 6 paniers de

charbon, un bache et demi de castine et 13 ou 14 baches de mine : cette dernière quantité varie selon la nature des mines qu'on charge et la marche du fourneau; la quantité de charbon est seule invariable. On jette d'abord une portion de la mine, puis le charbon, puis la castine, et enfin le reste de la mine, qu'on a soin d'accumuler du côté de la rustine. On verse une nouvelle charge aussitôt que la précédente est descendue de $1^{m.}{,}25$, c'est-à-dire lorsqu'il s'est formé un vide un peu plus grand que son volume. On charge ordinairement d'heure et demie en heure et demie, et on coule constamment au bout de 7 charges, c'est-à-dire à-peu-près de 10 en 10 heures. Au moment de chaque coulée, on détourne le vent des soufflets avec une plaque de fer qu'on place devant l'orifice des buses, mais sans rien changer à leur marche. On arrange de temps en temps la tuyère avec de l'argile ordinairement 5 à 6 fois par coulée; quelquefois on est obligé d'y travailler presque continuellement : cela dépend de la qualité de la mine. Chaque coulée donne moyennement 900 à $1000^{k.}$ de fonte. On a remarqué que les coulées plus blanches que les autres sont, toutes choses égales d'ailleurs, plus considérables. Obtenir de la fonte blanche au lieu de fonte grise est un des dérangemens les plus fréquens dans la marche du fourneau. Il peut être occasionné par un changement dans la nature du charbon, ou dans la nature de la mine, ou dans le travail des ouvriers. On le regarde comme nuisant à la qualité du fer; on y remédie ordinairement en diminuant un peu pour quelques jours la charge de mine, et en changeant les proportions des diverses mines entre elles. La mine jaune donne

une fonte blanche et dure; la mine noire, une fonte grise et très-douce.

La fonte obtenue à Framont est presque toujours coulée en gueuses ou en plaques destinées à l'affinage. On coule aussi des enclumes, des marteaux et autres pièces pour les besoins des usines. On ne fait jamais de fonte moulée pour le commerce.

Je n'ai pas analysé la fonte de Framont; mais, par l'examen des scories de forge, j'ai trouvé qu'elle doit contenir 0,04 de parties terreuses, et 0,96 de fer et de charbon.

Les laitiers jouissent ordinairement d'une fluidité telle, qu'ils peuvent couler lentement sur la dame. Leur nature, celle de la fonte et les proportions relatives des deux matières, sont des plus favorables. Les fondeurs de Framont travaillent beaucoup moins dans le creuset qu'on ne le fait dans beaucoup d'autres fourneaux. A moins d'accidens, les caractères des laitiers varient peu. J'en ai examiné un qui était d'un gris bleuâtre, mêlé de veines bleues, à cassure conchoïde un peu bulleuse, très-faiblement translucide sur les bords, bien vitrifié, mais présentant des parties blanches qui semblent d'une autre nature que le reste. Il contient une quantité à peine appréciable de fer attirable et m'a donné, à l'analyse :

Silice.....	0,600	contenant, oxigène	0,302	
Chaux.....	0,206	.....	0,058	0,134
Magnésie.....	0,072	.....	0,026	
Alumine.....	0,074	.....	0,034	
Protoxide de fer.	0,030	.....	0,006	
Prot. de mangan.	0,036	.....	0,010	
	1,018			

Le rapport de l'oxigène de la silice à celui des bases est 2,28; ce qui n'approche d'aucun rapport simple.

Les laitiers qui présentent une certaine disposition physique, et particulièrement ceux qu'on arrache du creuset, retiennent de la fonte en grenaille : pour la séparer, on soumet ces laitiers au bocardage et à un lavage grossier. Le bocard à grille et à 4 pilons de fonte n'est pas d'une construction très-soignée; cependant il remplit son objet, qui n'exige pas une grande précision. On rejette les grenailles obtenues dans le fourneau par petites portions.

Voici le tableau des consommations et des produits du haut-fourneau de Framont, depuis le 21 janvier 1821, jour où il a été mis en feu, jusqu'au 29 juillet suivant. Ce tableau est extrait des registres de M. Champy, qui m'ont été communiqués avec une extrême complaisance.

Tableau des consommations du haut-fourneau de Framont pendant les sept premiers mois de 1821.

	janvier. 13 jours.	févr. 28 j.	mars. 28 j.	avril. 35 j.	mai. 28 j.	juin. 28 j	juill. 35 j.	TOTAL.
Basches de mine de Grand-Fontaine..	1106 ½	1795	1529	2730	2513	2936	3801	16410 ½
Id. de mine grise...	1085 ½	1974	1513	2415	1705	1732	2436	12866 ½
Id. de mine noire..	21	508	504	329	259	»	220	1641
Id. de mine jaune..	»	700	1008	560	735	490	609	4102
Id. de mine de Metzyer.....	512 ½	511	508	693	1141	1186	983	5134 ½
Id. de mine de voulte basse.....	»	»	»	1226	(1)	»	»	1226
Id. de mine de Rothau.....	»	1757	2016	»	»	»	»	3773
Id. de Castine ...	576	976	1008	1148	864	894	1001	6267
Paniers de charbon..	1371(2)	2930	3060	3612	2932	2980	3697	20582

(1) Je n'ai pas analysé la mine de voulte basse ; mais j'ai supposé sa composition représentée par la moyenne des compositions des autres mines de Framont.

(2) Le nombre de paniers brûlés en janvier doit être réduit à 1291, parce que le fourneau plein en contient environ 80.

Du tableau qu'on vient de voir on peut conclure le suivant :

Tableau des substances qui ont été introduites dans le fourneau de Framont pendant les sept premiers mois de 1821.

(Les quantités sont exprimées en kilogrammes.)

	janv.	févr.	mars.	avril.	mai.	juin.	juillet.	TOTAL.
Fer métallique.....	21877	63597	61499	71293	58321	56320	71321	405228
Substances terreuses	35464	84081	»	»	»	»	»	»
Oxigène soit du vent soit de l'ox. de fer.	80989	218334	215231	263585	211339	210398	263456	1463332
Carb. que cet oxigèn. peut ch. en ac. car.	30532	82311	81142	99371	79675	79320	99322	551673
Charbon.....	47767	108410	113420	133644	108484	110260	136789	758774

Tableau des produits du haut-fourneau de Framont pendant le même temps.

	janv.	févr.	mars.	avril.	mai.	juin.	juill.	Total.
Fonte obtenue	17465	60353	63330	74750	64955	66150	81180	428183
Fer contenu dans cette fonte..	16766	57939	60797	71760	62357	63504	77933	412056
Nombre des coulées.....	»	66	66	81	66	67	83	429
		h. m.	h. m.	h. m	h. m.	h. m.	h. m.	
Leur intervalle moyen.....	»	10 12	9 48	10 18	10 12	9 36	10 6	»
Poids moyen d'une gueuse...	»	884	931	922	984	997	990	995
Quantité de charb. brûlée pour obtenir une partie de fonte..	»	1,86	1,79	1,77	1,66	1,66	1,68	1,77

Au total, le minerai jeté dans le fourneau depuis le 21 janvier jusqu'à la fin de juillet, contenait 405228 k. de fer, dont 2000 k. environ devaient rester dans le fourneau à cette dernière époque, ou se trouver en grenailles à côté du bocard : on aurait donc dû obtenir 405228 k. de fer.

On en a obtenu davantage ; car on a coulé 403228 k. de fonte, qui contiennent au moins 412056 de fer. On peut remarquer que, dans les premiers mois, on a obtenu un peu moins de fer que n'en contenait le minerai, tandis que, dans les derniers, on en a obtenu un peu plus. Cela peut être dû à plusieurs causes, et je ne puis assigner précisément celle qui l'a produit ; celle qui probablement a eu le plus d'influence est que la composition des mines n'a pas toujours été la même.

On a brûlé environ 1,77 de charbon pour obtenir 1 de fonte, ou 0,71 pour fondre une partie du mélange de minerai et de castine supposé réduit aux parties qui ne se volatilisent pas, ou 0,47 pour une partie de mélange brut ; un peu plus dans les premiers mois, un peu moins dans les suivans. Si le poids du charbon était tel que l'indique Dietrich, ces quantités seraient réduites à 1,43, 0,57 et 0,38.

L'oxigène contenu dans le minerai, et celui que lancent les soufflets, ne sont pas tout-à-fait suffisans pour brûler un poids de carbone égal à celui du charbon consumé, même en diminuant celui-ci de 0,02 pour avoir égard aux cendres qu'il contient ; cela tient : 1°. à ce qu'il contient un peu d'eau ; ce qui, à la vérité, peut être en partie balancé par l'hydrogène qu'il contient aussi, et qui absorbe plus d'oxigène

qu'un poids égal de carbone ; 2°. à ce qu'il n'est pas entièrement converti en acide carbonique : aussi, à mesure qu'on avance, la différence entre le charbon employé et le carbone qui devrait être brûlé, augmente, parce que le fourneau s'échauffant de plus en plus, il se forme plus d'oxide de carbone.

On voit, par l'exemple du mois de février, que le poids des laitiers est à-peu-près égal à une fois et demie, et par suite leur volume égal à trois fois celui de la fonte.

Haut-Fourneau de Grand-Fontaine.

Le haut-fourneau de Grand-Fontaine est construit à-peu près comme celui de Framont et avec les mêmes matériaux ; il en diffère seulement en ce que le creuset est rond au lieu d'être ovale. Ce détail de construction paraît ne pas changer grand'chose à la marche et au résultat du travail. Au moment où je l'ai visité, il était en feu depuis seize à dix-sept mois, et devait bientôt être mis hors. Le creuset était très-usé, ce qui avait obligé à ramener un peu la tympe en avant ; l'air y était lancé par deux soufflets de bois pyramidaux. On y jette, comme à Framont, 16 à 17 charges en 24 heures. On coule après 7 charges, c'est-à-dire environ de 10 heures et demie en 10 heures et demie. Le poids moyen d'une gueuse est de 950$^{k.}$ à 1000. On brûle environ 1,77 de charbon pour obtenir 1 de fonte. Il y a un bocard pour les laitiers.

Feux d'affinerie de Framont.

Il existe à Framont trois feux de forge désignés par les noms de *la renardière*, *la forge basse*, *n°*. 1 et *la forge basse n°*. 2 : ces deux derniers, placés sous la même halle, emploient le même marteau. J'ai suivi particulièrement *la forge basse n°*. 1.

Le creuset, formé de plaques de fonte de

0$^{m.}$,04 d'épaisseur, est rectangulaire et a 0$^{m.}$,32 de profondeur sur 0,76 de long et 0,52 de large à sa partie supérieure. La tuyère, qui est en cuivre, est placée un peu plus près de la rustine que de la tympe ; elle a une saillie de 0$^{m.}$,10 et une inclinaison de 2 ou 3°. La face du contre-vent est inclinée de 5 à 6°, et la face antérieure est percée d'une ouverture de 0$^{m.}$,18 de haut sur 0,03 de large pour l'écoulement des scories. Sous la plaque du fond est un canal dans lequel passe un filet d'eau. Sur les côtés de la rustine et du contre-vent sont placées des plaques de fonte verticales, pour empêcher les charbons de se répandre. Dans la dernière est pratiquée, vis-à-vis la tuyère, une ouverture demi-circulaire, par laquelle on introduit dans le creuset l'extrémité de la gueuse qui est portée sur des rouleaux.

L'air est lancé par deux soufflets de bois pyramidaux pressés par des cames implantées dans l'arbre d'une roue à augets, et relevés par un ressort de bois. En leur appliquant le calcul fait plus haut sur ceux du haut-fourneau, on trouve qu'ils lancent chacun, à chaque coup, 0,269$^{m.c.}$ d'air ; et comme ils donnent moyennement chacun 12 coups par minute, ils lancent, à eux deux, pendant cet intervalle, 6$^{m.c.}$,456 d'air, qui, en supposant la pression de 0$^{m.}$,75 et la température de 8°, contiennent 1$^{k.}$,77 d'oxigène.

Le marteau pèse 250 à 275$^{k.}$; il est attaché à un ordon à drôme et mu par une roue à augets, dont l'arbre porte à son extrémité 4 cames de bois attachées à un cercle de fonte.

On emploie pour l'affinage le charbon de sapin, qu'on regarde comme produisant moins de chaleur que le charbon de bois dur, mais

comme donnant un feu plus doux. Cela peut n'être pas dénué de fondement, puisqu'on a observé que les cendres provenant des bois résineux contiennent moins de phosphate que les autres. On affine en une seule opération la fonte coulée en gueuses ou en plaques au haut-fourneau. Ces plaques sont brisées à coups de masse, et on en met quelques morceaux sur le creuset de part et d'autre de l'extrémité de la gueuse. On jette quelquefois dans le creuset, à la fin de l'opération, des rognures de tôle et autres vieux fers, qui bonifient, dit-on, le produit de l'affinage. Les feux de forge roulent sans interruption depuis le dimanche à minuit jusqu'au samedi soir. Le travail se divise en une suite de périodes pareilles de 2 heures, à la fin de chacune desquelles on retire du creuset une loupe pesant environ 80$^{k.}$, et qui produit à-peu-près 70$^{k.}$ de fer forgé. Après avoir retiré la loupe du creuset, et pendant qu'on la cingle, on refait le feu, on avance la gueuse, on rend le vent et on met sur le creuset des fragmens de plaques. On met au feu, pour être chauffés, des morceaux de fer venant de l'avant-dernière loupe, et qui ne sont pas entièrement forgés; enfin on y place la dernière loupe qui vient de recevoir sous le marteau une forme prismatoïde. Pendant les trois premiers quarts d'heure, on achève de forger les morceaux de fer qui viennent de l'avant-dernière loupe, et on laisse fondre la gueuse tranquillement en ajoutant de temps en temps du charbon. Pendant les trois quarts d'heure suivans, la gueuse continue à fondre; on travaille par intervalles dans le creuset; on jette du charbon et de l'eau; on fait couler les scories de temps en temps; on jette une

ou deux fois dans le creuset des scories ramassées autour de l'enclume, on divise la loupe précédente en plusieurs morceaux qu'on laisse à moitié forgés. Pendant la dernière demi-heure, on ne s'occupe plus que de la préparation de la loupe qu'on doit bientôt tirer. On travaille très-souvent dans le creuset, où tout commence à remuer en masse. Le vent, qu'on a augmenté graduellement depuis le commencement, parvient à son maximum de vitesse; chaque soufflet donne 16 coups par minute; enfin, au bout de 2 heures, on diminue le vent sans cesser de travailler dans le creuset; puis on l'arrête presque entièrement, et on tire la loupe.

Dans chaque période de 2 heures, on brûle ordinairement trois paniers et demi de charbon pesant 83$^{k.}$,5, et les soufflets lancent 211$^{k.}$ d'oxigène, qui pourraient transformer en acide carbonique 82$^{k.}$ de carbone.

Pendant l'année 1820, la forge basse n°. 1 a employé, pour produire 100$^{k.}$ de fer, 135$^{k.}$,7 de fonte et 5,26 paniers de charbon pesant 110$^{k.}$4.

La forge basse n°. 2 a employé pour 100$^{k.}$ de fer, 139$^{k.}$ de fonte et 5,18 paniers de charbon pesant 108$^{k.}$,7.

La renardière a employé 139$^{k.}$ de fonte et 5,80 paniers de charbon pesant 121$^{k.}$,8 de fonte.

Ainsi on emploie moyennement, pour produire 100$^{k.}$ de fer, 137$^{k.}$,6 de fonte et 113$^{k.}$,6 de charbon. En combinant ce résultat avec ceux relatifs au haut-fourneau, on trouve que, *pour produire* 100$^{k.}$ *de gros fer, on brûle* 365$^{k.}$,4 *de charbon*. En adoptant les poids des charbons que donne Dietrich, on trouverait une consommation de charbon encore moindre et égale à 318$^{k.}$

La vérité se trouve probablement entre ces deux limites.

D'après les résultats rapportés dans la *Sidérotechnie*, il n'y aurait guère que les forges catalanes et quelques usines de Styrie et de Carinthie, dans lesquelles on brûlât moins de charbon pour obtenir une quantité donuée de fer; mais on doit faire observer que la partie du travail dans laquelle la proportion de charbon consommé se trouve ici la plus petite, est l'affinage, et qu'elle serait plus considérable, si on ne se contentait pas de réduire une partie du fer en grosses plaques propres à être converties en tôle au laminoir. Il existe aussi très-peu d'usines dans lesquelles on obtienne une aussi grande partie du fer contenu dans le minerai.

J'ai essayé trois scories de forge; savoir, la première qui ait coulé (1), une des dernières (3), et une intermédiaire (2). J'ai obteuu les résultats suivans :

	(1)	(2)	(3)
Fer.....	0,607	0,650	0,694
Oxigène.....	0,213	0,183	0,187
Terres.....	0,180	0,167	0,119
	1,000	1,000	1,000

La scorie (1) était boursoufflée, métalloïde, un peu magnétique, ne contenait pas sensiblement de fer attirable; elle a donné un culot de fonte truitée, susceptible de s'aplatir un peu sous le marteau. Le rapport du fer à l'oxigène est 100:35, c'est-à-dire intermédiaire entre 100:30, qui correspond au protoxide, et 100:44, qui corespond au peroxide.

La scorie (2) présentait les mêmes caractères

que (1) et contenait au moins 0,033 de fer attirable. Le rapport du fer non attirable à l'oxigène est 100:28. Cela fait voir qu'on n'a pas séparé avec le barreau aimanté tout le fer métallique : très-probablement tout le fer oxidé que contient cette scorie est à l'état de protoxide.

La scorie (3) présentait encore les mêmes caractères, et donnait 0,047 de fer attirable; le rapport du fer non attirable à l'oxigène était 100:29.

On voit, par la comparaison de ces résultats, qu'à mesure que le travail avance, les scories deviennent plus riches en fer, contiennent une plus grande proportion de fer à l'état métallique, et de l'oxide de fer dans un état d'oxidation moins avancé.

Le résultat moyen des trois essais est 0,650 de fer et 0,152 de matières terreuses. Sachant, en outre, que 1376 de fonte et 1215 de charbon, qui contiennent environ 24,3 de cendres, donnent 1000 de fer, on peut calculer qu'en supposant que la silice existe toute formée dans la fonte, 1 de cette substance doit contenir 0,039 de matières terreuses.

Affineries de Rothau.

Il y a à Rothau deux feux d'affinerie; les creusets sont construits comme à Framont, ainsi que les soufflets et les ordons. Le travail diffère en ce qu'on ne met pas dans le creuset de fragmens de plaques de fonte, en ce que la gueuse s'y introduit du côté de la rustine, et par quelques tours de main dans le maniement du ringard. Les résultats sont à-peu-près les mêmes.

Martinets de Framont et de Rothau.

Il existe un martinet à Framont et un autre à Rothau, pour étirer le fer en barres d'un petit

échantillon ; je n'y ai rien vu qui me paraisse digne d'être cité.

Fenderie. Il y a une fenderie à Framont, je ne l'ai pas vue montée; deux roues à aubes la font mouvoir : le fer est chauffé dans des fours à réverbère.

Tôlerie de Framont. Depuis long-temps on fabrique de la tôle à Framont : on la faisait autrefois au marteau, maintenant on la fait au cylindre. Les cylindres, faits en fonte de seconde fusion, sont dressés et polis au tour ; leur longueur est de $1^{m.},03$, leur diamètre initial de 0,40 et leur poids d'environ $1000^{k.}$ Je n'entreprendrai pas d'expliquer sans le secours d'un dessin la manière dont ils sont montés, non plus que celle dont ils sont mis en mouvement par une grande roue à augets. Il existe trois fours pour chauffer les pièces qui doivent passer sous les cylindres : l'un d'eux est un four à réverbère qu'on chauffe avec du bois, et quand les pièces sont minces, avec un mélange de bois et de tourbe ; les deux autres sont de simples voûtes sous lesquelles il y a une grille où l'on brûle soit de la houille, soit un mélange de tourbe et de houille, soit de la tourbe seule, selon l'épaisseur des pièces. La flamme n'a d'autre issue que le devant du four, qui peut être fermé plus ou moins hermétiquement par une porte à deux battans. Je crois inutile de décrire la manière dont on soumet à l'action des laminoirs les pièces qu'on réduit en tôle.

Tôlerie de Rothau. Il existe une autre tôlerie à Rothau ; elle diffère de celle de Framont en ce que les cylindres sont un peu plus courts, en ce qu'ils sont mis en mouvement par deux roues à aubes et par quelques détails de construction peu importans. On travaille de la même manière dans les deux usines.

Sur les aciers damassés de M. Sir-Henry, *fabricant aciériste et coutelier, place de l'Ecole de Médecine, à Paris* (1).

M. Héricart de Thury commence par rappeler les recherches de Réaumur, dont les résultats pratiques et à la portée de tous les fabricans d'acier ont été oubliés des Français, tandis que les artistes étrangers les ont mis à profit pour se créer une supériorité qui a duré jusqu'à ces derniers temps ; il rend ensuite hommage aux travaux chimiques de Bergmann, surpassés depuis par ceux de Vandermonde, Monge et Berthollet, qui déterminèrent exactement la nature de l'acier et firent connaître en quoi il diffère du fer doux. Depuis cette époque, les essais nombreux de MM. Stodart et Faraday sur les alliages de l'acier avec diverses substances métalliques, et l'analyse de l'acier de Menauckabo, appelé *wootz* (2) dans l'Inde, ont ajouté à nos connaissances et indiqué un nouveau genre de fabrication.

La Société d'Encouragement, ayant eu connaissance des travaux de MM. Stodart et Fara-

(1) Extrait d'un rapport de M. Héricart de Thury à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, du 26 décembre 1821. (*Bulletin*, n°. 210.)

(2) Le mémoire de MM. Stodart et Faraday, sur les alliages de l'acier, se trouve dans le tome VI, page 265 des *Annales des Mines*.

L'analyse du *wootz* se trouve dans le même volume page 260. (R.)

day, nomma une commission et affecta des fonds pour répéter leurs expériences et faire de nouvelles recherches sur les alliages de l'acier avec divers métaux. M. Bréant s'en occupa avec beaucoup de persévérance, et les résultats des nombreux essais qu'il a faits dans son laboratoire de la Monnaie, sont consignés dans deux rapports de M. Mérimée. On lui doit plus de trois cents expériences sur les combinaisons de l'acier avec le platine, l'osmium, l'or, l'argent, le cuivre, l'étain, le zinc, le plomb, le bismuth, le manganèse, l'urane, l'arsenic, le bore (1).

« Pendant que votre commission, dit M. de Thury, se livrait à ses recherches, plusieurs chimistes travaillaient également de leur côté à faire différens alliages avec les aciers, et si nous devons à MM. Stodart et Faraday la connaissance de la nature du wootz et de l'acier argenté, nous devons également vous rappeler que l'art devra : 1°. à M. Berthier, l'acier chrômé (2), dont la supériorité a été constatée par les soins de M. Mérimée, et l'acier titané ; 2°. à M. Boussingault, un acier silicé d'après Clouet, et qui, suivant son analyse, ne contient pas un atome de carbone ; 3°. à M. Degrand-Gurgey, l'acier damassé avec platine, sur lequel ce célèbre fabricant travaillait déjà depuis plusieurs années, quand vous avez eu connaissance des travaux des chimistes anglais sur le wootz et les alliages de divers métaux avec l'acier ; 4°. enfin, à notre collègue M. Bréant, différentes combinaisons nou-

(1) *Bulletin de la Société*, juillet 1821, n°. 205, p. 203.
(2) *Annales des Mines*, tome VI, page 579.

velles, dont plusieurs paraissent présenter les caractères et les qualités des aciers les plus estimés. »

La rapporteur fait ensuite observer que les aciers d'alliage laissent encore beaucoup d'incertitude sur la nature, la qualité, les propriétés et la durée des objets qu'on peut essayer d'en fabriquer, et il en donne comme preuve que MM. Stodart et Faraday ont reconnu que dans l'acier nickelé, le nickel, loin de prévenir l'oxidation, semblait l'accroître très-rapidement, tandis que sa combinaison avec le fer paraît au contraire, sinon empêcher l'oxidation de ce métal, comme on l'avait annoncé, du moins la retarder ou la rendre plus faible. M. Bréant a constaté le même phénomène sur l'acier platiné et M. Mérimée sur l'acier argenté. Il en conclut que la fabrication des aciers ordinaires, déjà portée à un haut degré de perfection, a besoin néanmoins d'encouragement dans certaines parties, et pour cela il examine rapidement les divers états dans lesquels l'acier se trouve aujourd'hui dans le commerce.

§ Ier. *Des divers aciers du commerce.*

« L'acier a pendant long-temps été défini une combinaison de fer et de carbone dans laquelle d'autres principes peuvent se trouver accidentellement ; cependant les expériences de M. Boussingault (1) semblent prouver que la présence du carbone n'est pas absolument nécessaire pour obtenir avec le fer une combinaison qui jouisse des propriétés de l'acier, puisqu'en sui-

(1) *Annales des Mines*, tome VII, page 139.

vant le procédé de Clouet il a fait, dit-il, d'excellent acier qui ne contenait pas un atome de carbone, et qu'il a reconnu être composé de 99,20 de fer et 0,80 de silicium. »

Il semble donc qu'il conviendra de s'en tenir à la définition physique de l'acier, c'est-à-dire de regarder comme tel tout fer qui, étant chauffé au rouge et plongé ensuite dans l'eau froide, se trouve plus dur qu'il n'était avant cette opération (1).

On distingue communément dans le commerce trois espèces d'acier; savoir, 1°. *l'acier de forge*, 2°. *l'acier cémenté*, et 3°. *l'acier fondu;* mais d'après les expériences de nos chimistes on devra à l'avenir en compter une quatrième espèce, celle des *aciers d'alliage.*

1°. L'*acier de forge*, qui porte également les noms d'*acier naturel*, *acier de fusion*, *acier soudable* ou *acier d'Allemagne*, s'obtient au fourneau d'affinerie en y traitant certains minerais ou de la fonte de fer; on l'appelle souvent *acier brut* après qu'il a subi le travail d'un premier raffinage; il prend le nom d'*acier à deux marques*, si, après en avoir étiré et forgé plusieurs barres, on en fait une trousse; et enfin *acier à trois marques*, si ces barres ont été étirées et plusieurs fois repliées sur elles-mêmes.

(1) C'est la définition de Rinmann dans *l'Encyclopédie méthodique*. Toutes les expériences faites récemment tendent à prouver qu'il y a des aciers de plusieurs espèces sous le rapport de la composition, et si les analyses de M. Boussingault ne suffisent pas pour établir que le silicium est un élément de l'acier, qu'on a cru jusqu'ici formé uniquement de fer et de carbone, elles doivent cependant éveiller l'attention des chimistes sur cet objet; peut-être y trouverait-on les motifs de la préférence que l'on accorde, pour faire de l'acier cémenté, aux fers de Suède sur d'autres qui présentent des propriétés physiques absolument semblables. (R.)

Cet acier est inférieur aux deux autres, il est plus mou, mais il repasse moins facilement qu'eux à l'état de fer; il supporte une forte chaleur sans se détériorer; il se forge et se soude bien; en outre il est moins cher que les autres et obtient souvent par ces motifs la préférence sur eux.

Parmi les aciers naturels, on doit compter ceux connus sous les noms d'acier de *Styrie*, d'*Allemagne* (en barres marquées de sept étoiles), de *Cologne* (en petits barreaux de 8 centimètres de longueur), de *Hongrie* (en bottes de quatre ou six barreaux marqués d'une feuille de chêne), de *Solinghen* et de *France* (en petits barreaux de 16 à 18 centimètres de long et renfermés dans des ballots), tels que ceux de *Rives*, du *Nivernais*, des *Pyrénées*, etc.

On distingue encore par différentes dénominations, et suivant les marques qu'on leur imprime, les aciers de forge d'après la nature de leur grain ou la quantité de nerf qu'ils présentent, ou enfin suivant qu'ils sont reforgés et travaillés de nouveau.

2°. *L'acier cémenté ou de cémentation* est une combinaison de fer pur et de carbone; on l'obtient en stratifiant dans des caisses de tôle, de fonte de fer, de grès ou de briques, ou enfin dans des creusets, des barreaux de fer pur et du charbon en poudre, ou le cément (1) en usage

(1) Les cémens les plus communément en usage sont ceux de Réaumur, ainsi composés :

dans la fabrique. Dans quelques usines, on humecte un peu le charbon pour que la stratification se fasse plus commodément; mais on évite au contraire ce mouillage avec le plus grand soin dans d'autres usines.

Le fer de la meilleure espèce est celui qui est forgé avec le plus de soin et dont toutes les parties sont bien réunies : telle est la nature des fers de Suède, telle est celle des fers de Berri et du comté de Foix lorsqu'ils sont forgés et corroyés avec soin.

Les barres retirées des caisses de cémentation sont boursoufflées à leur surface, d'où cet acier est souvent appelé *acier boursoufflé;* on chauffe ces barres et on les reforge pour les verser dans le commerce sous le nom d'*acier-poule.*

Cet acier peut être cémenté une, deux et même plusieurs fois, suivant les usages auxquels on le destine; il est dur et cassant; sa cassure est lamelleuse; les lames varient du centre à la circonférence, suivant que le carbone a plus ou moins pénétré l'intérieur des barres.

L'acier cémenté se forge et se soude plus difficilement que l'acier naturel; sa qualité diminue

Suie.....	0,8	ou	0,4
Charbon de bois...	0,4	..	0,4
Cendres.....	0,4	..	0,8
Sel marin.....	0,3	..	0,3
	1,9		1,9

Quelques aciéristes préfèrent aujourd'hui le charbon animal au charbon de bois. Parmi les cémens qui contribuent le plus à donner à l'acier des qualités nouvelles, nous devons indiquer le carbure de fer, dont nous aurons occasion de parler dans la suite.

chaque fois qu'on le met au feu; il redevient fer doux après avoir été forgé plusieurs fois; il demande pour la trempe une température moins élevée que l'acier de forge; il acquiert un grain plus fin dans cette opération; sa cassure est plus matte; enfin il prend plus facilement la teinte bleue par l'action de l'air en le chauffant. Suivant *Tiemann*, le meilleur acier cémenté doit être blanc et sans bords ni taches noires après la trempe. Les aciers *à boules* de New-Castle, de Brunck, soudés en boîte, recémentés et boursoufflés, forgés, sont tous des aciers cémentés ou aciers-poules, frappés de différentes marques qui servent à les distinguer.

3°. L'*acier fondu* s'obtient en fondant dans des creusets fermés de l'acier naturel ou de l'acier de cémentation avec du verre pilé, un peu de chaux et du charbon en poudre, ou simplement du verre pilé et du charbon (1). Suivant Vanderbruck, les aciers fondus, connus sous les noms d'*acier Marschall* et d'*acier Huntzmann*, se font aujourd'hui en fondant ensemble des fontes grises carburées et des fontes blanches, auxquelles on ajoute quelquefois des rognures de fer, de la ferraille et même des rognures d'acier.

On peut également le former, suivant le procédé de Clouet (2), en fondant ensemble à un feu de forge, dans un bon creuset, trois parties de fer, une partie de carbonate de chaux (3) et une partie d'argile cuite.

(1) Monge, Vandermonde et Berthollet, Avis aux ouvriers en fer sur la fabrication de l'acier fondu.

(2) *Journal des Mines*, tomes IX et XVIII.

(3) On fait très-bien l'acier Clouet en substituant de la

L'acier fondu est le plus beau, le plus égal et le plus homogène des trois espèces d'acier du commerce; il s'y trouve brut, tel qu'il sort de la fonte, ou forgé et affiné.

L'acier fondu brut, qui conserve l'empreinte des moules cylindriques dans lesquels il a été coulé, présente une cassure compacte, plane, d'un grain fin, homogène et d'un ton gris blanchâtre; il est difficile à forger, et ce n'est qu'après avoir été travaillé qu'il peut être facilement forgé et soudé.

L'acier fondu et forgé se tire en barres de différentes grosseurs; il se laisse mieux forger et souder que le premier: les fabriques de Marschall et de Huntzmann sont les plus célèbres. Cet acier se trempe à une température inférieure à celle des autres; sa cassure est pleine; il a un grain fin, égal et homogène; il se lime sans aucune trace de grain dur ou inégal; enfin après la trempe il prend un beau poli; ses tranchans sont d'une grande finesse et sans aigreur.

Le *wootz*, acier de Bombay, est connu en

chaux au calcaire, suivant M. Boussingault. (*Annal. de chimie et de physiq.*, tome XVI). Ce jeune chimiste a observé judicieusement, à cette occasion, qu'on n'avait jusqu'ici fait aucun usage de l'acier Clouet. Ces résultats confirment les expériences de M. Muschet, qui avait annoncé avoir fait de l'acier en fondant du fer doux, au milieu d'une masse de sable siliceux pur et revêtu d'une double enveloppe de creusets remplis de même sable. On avait repoussé ses conclusions d'après les idées théoriques alors adoptées sur la nature de l'acier, mais qu'il faut modifier maintenant comme trop absolues. (Voyez le *Journal des Mines*, tome XIII, page 421, où l'on fait voir qu'il n'a pu s'introduire de carbone dans les creusets. (R.)

France depuis long-temps, et particulièrement par les renseignemens qu'ont apportés Chardin et Tavernier. Suivant Bazin, le duc d'Orléans régent, sur le rapport qui lui fut fait de la fabrication des lames damassées de l'Orient avec des *billes* d'acier indien, *en fit venir du Caire; mais les couteliers et fourbisseurs ne purent jamais le mettre en œuvre, et dirent qu'ils l'auraient même sans hésiter déclaré détestable, si la célébrité de cet acier, acquise par plusieurs siècles d'une expérience incontestable, ne les avait tenus en respect* (1).

Les Orientaux font ressortir ou paraître la contexture damassée cristalline à travers le *giohar* (*flowering* des Anglais), au moyen d'un sel acide connu sous le nom de *zagh*, et qui, d'après les recherches de M. Barruel, n'est qu'un sulfate acide d'alumine et de fer provenant de la décomposition des schistes alumineux et pyriteux (2).

« Les Persans, dit Tavernier, savent parfaitement damasquiner avec le vitriol des sabres,

(1) Bazin, *Traité de l'acier*; Strasbourg, 1737. On trouve une description des propriétés du wootz dans le tome XII, page 205 de la *Bibliothèque britannique*, et tome XIII, pages 174 et suivantes. M. Stodart a fait de nombreux essais sur le wootz, et, dès l'année 1798, il a dit: « Quant à l'espèce ou à la variété d'acier dont on peut rapprocher le wootz, ce n'est point celle où le carbone se trouve en excès ni en défaut, mais *il y a quelque substance étrangère au carbone qui s'y trouve mélangée*, sans quoi le wootz ne serait que de l'acier ordinaire »; mais il croyait que cette substance était l'oxigène. (R.)

(2) *Voyez* dans le rapport original la description du procédé, pages 316 et suivantes du 210e. cahier du *Bulletin*. (R.)

des couteaux et autres choses semblables; mais la nature de l'acier dont ils se servent y contribue beaucoup, vu qu'ils n'en pourraient faire autant ni avec le leur ni avec le nôtre. Cet acier s'apporte de Golconda, et c'est le seul qui se puisse bien damasquiner, aussi est-il différent du nôtre; car quand on le met au four pour lui donner la trempe, *il ne lui faut donner qu'une petite rougeur* comme couleur de cerise, et au lieu de le tremper dans l'eau comme nous faisons, on ne fait que l'envelopper dans un linge mouillé, parce que si on lui donnait la même chaleur qu'au nôtre, il deviendrait si dur, que dès qu'on voudrait le manier, il se casserait comme du verre.

» On vend cet acier en pains gros comme nos pains d'un sou, et pour savoir s'il est bon et s'il n'y a pas de fraude on le coupe en deux; car il s'en trouve qui n'a pas été bien préparé et qu'on ne saurait damasquiner. »

4°. *Acier d'alliage.* C'est à MM. Stodart et Faraday, qui nous ont donné la première analyse du wootz, que nous devons également la connaissance des aciers d'alliage, et notamment de la combinaison de l'acier et d'un carbure de fer. Ces aciers, nouvellement découverts, paraissent devoir obtenir le plus grand succès dans les arts; mais nous ne connaissons cependant pas encore assez leurs propriétés pour pouvoir les décrire; ce sera au temps et sur-tout à l'expérience à nous apprendre les usages auxquels ils pourront être particulièrement affectés, ou les arts qui devront les employer de préférence aux autres aciers : aussi nous bornerons-nous à les

énumérer, en indiquant cependant ceux dont le succès est déjà assuré.

1°. *Acier à carbure de fer et aluminium ou silicium.* On peut consulter sur la nature et les qualités de cet acier le mémoire de MM. Stodart et Faraday (dans les *Annales des Mines*, tom. VI, pag. 265). Nous nous bornerons à rappeler ici que, suivant ces chimistes, le caractère essentiel de cet acier, que nous avons également constaté dans nos essais des aciers damassés à carbure de fer de Sir Henry, est de conserver son damassé après la fusion sans addition.

2°. *Acier argenté.* MM. Stodart et Faraday, après avoir allié successivement une partie d'argent sur 200 d'acier, une sur 300, une sur 400, enfin une d'argent sur 500 d'acier, ont obtenu un alliage qui se forgeait parfaitement, quoique très-dur, et qui est, suivant eux, *décidément supérieur* (1) au meilleur acier, et dont la supériorité leur paraît due à la faible portion d'argent combiné. On a fait avec cet acier divers instrumens tranchans de la meilleure qualité.

3°. *Acier rhodié.* Cet acier, que les chimistes anglais ont essayé avec le plus grand succès, est composé de un à deux pour 100 de rhodium. Ils considèrent cet alliage comme le plus important, puisqu'après avoir parlé de la qualité et de la supériorité de l'acier argenté, ils ajoutent qu'il

(1) On a vu, dans le tome VII, page 114 des *Annales des Mines*, une notice sur de nouveaux essais d'aciers combinés avec le carbure de fer et l'aluminium, et avec l'argent, qui augmentent la certitude du succès que ces aciers doivent avoir lorsqu'ils seront employés par des mains habiles. (R.)

n'est peut-être inférieur qu'à celui de rhodium, dont la dureté supérieure est si remarquable, que quand on vient à adoucir par le recuit quelques tranchans de cet alliage, ils exigent une température de 30°. F. (17° c. environ) de plus que le meilleur woolz, qui demande lui-même à être chauffé à plus de 40°. F. (22°. c.) au-delà de ce qu'il faut pour le meilleur acier fondu anglais.

4°. *Acier platiné.* Les proportions les plus convenables pour améliorer l'acier, suivant MM. Stodart et Faraday, sont de 1 à 3 pour 100, et mieux encore un et demi de platine sur 100 d'acier pour les instrumens tranchans. Nous ignorons dans quelle proportion M. Degrand-Gurgey fait entrer le platine dans les aciers dont il fabrique des lames de Damas; mais nous avons été à même de constater l'excellente qualité de ses alliages, qui ont aujourd'hui le plus grand succès non-seulement en France, en Italie, en Russie et en Amérique, mais même dans l'Orient, où il en fait des envois considérables.

5°. *Acier chrômé.* C'est à M. Berthier, ingénieur des Mines, que nous devons l'acier chrômé. Il a fait cet alliage dans les proportions de 0,010 à 0,015 de chrôme(1). Les lames de couteau et de rasoir qu'on en a faites ont été trouvées très-bonnes, le tranchant était dur et solide, et elles présentaient un beau damassé à veines blanches et même d'un blanc argentin très-brillant. Cet acier sera propre à la fabrication de tous les ouvrages d'acier damassé.

(1) *Annales des Mines*, tome VI, page 583.

Il y a en outre des alliages d'acier avec l'or, qui paraissent pouvoir être utiles, et que MM. Stodart et Faraday ne font qu'indiquer. M. Bréant a fait de son côté divers autres alliages, dont les propriétés bien étudiées ouvriront un nouveau champ à l'art de la coutellerie.

Nous croyons aussi devoir rappeler ici l'*acier silicé* que M. Boussingault dit avoir obtenu par le procédé de l'acier fondu de Clouet, et dans lequel il n'a trouvé que 0.80 de silicium sans carbone. Cet acier se forgeait plus difficilement que l'acier fondu de *la Bérardière;* il n'a point fait tache avec l'acide nitrique, il s'est dissous difficilement dans l'acide sulfurique étendu, et pendant sa dissolution il a conservé son brillant métallique.

Enfin, pour terminer ce paragraphe, nous placerons ici, mais par appendice, le *fer météorique* des pierres atmosphériques, parce qu'il est communément allié avec le chrôme et le nickel, et qu'on a obtenu en le forgeant des aciers damassés cristallins d'une excellente qualité et présentant la plus parfaite analogie avec ceux de l'acier indien. Ainsi M. Sowerby a fait faire une lame d'épée avec le fer météorique de l'Afrique méridionale, rapportée par M. Barrow, et dans lequel M. Tennant avait trouvé jusqu'à 10 de nickel pour 100 de fer (1).

§ II. *Des aciers damassés de M. Sir-Henry.*

Propriétés des aciers.

Dans le premier examen que nous avons fait des instrumens de M. Sir-Henry, nous avons re-

(1) *Annales des Mines*, tome III, page 266.

connu, d'après leur damassé, qu'ils étaient fait les uns en acier naturel, les autres en acier fondu; mais que les uns et les autres avaient éprouvé une élaboration particulière et que c'était à cette élaboration qu'était due en grande partie la contexture damassée plus ou moins développée des lames d'acier fondu.

M. Sir-Henry a un établissement situé à Bougival, où il fait ses opérations métallurgiques, qui consistent: 1°. en refonte d'aciers de diverses qualités; 2°. en préparations particulières tant d'acier fondu que d'acier naturel; et 3°. en travaux de forge, de coutellerie et d'armes blanches.

Il s'est particulièrement attaché à perfectionner les aciers et à développer dans le corps de l'acier la contexture damassée, sans cependant chercher à imiter le véritable figuré des damas de l'Inde, qu'il produit d'ailleurs à volonté en préparant son acier avec le carbure de fer.

Les dessins des aciers de M. Sir-Henry sont: 1°. rubanés, moirés, contournés, ronceux ou en roses, pour les aciers soudables et pour toutes les étoffes composées d'aciers naturels forgés et soudés ensemble, et 2°. cristallisés (enlacement plus ou moins régulier ou même géométrique des lames et des lignes que présentent certains aciers fondus damassés), imbriqués, fibreux, jaspés ou pointillés, pour les aciers fondus, dans lesquels cette contexture paraît être, comme dans l'acier indien, le résultat de la cristallisation plus ou moins parfaite des molécules constituantes soulevées, rompues ou écartées par un violent coup de feu. Dans la préparation particulière que leur fait subir M. Sir-Henry et dont l'effet est tel que, semblable sous ce rapport à l'acier indien, son acier fondu conserve son damassé lorsqu'on le refond au creuset.

Analyse comparative de div. aciers du commerce et des mêmes aciers cémentés de M. Sir-Henry.

M. Sir-Henry ayant préparé suivant son procédé les aciers que nous lui avions remis, nous les avons d'abord examinés pour constater l'état dans lequel ils se trouvaient. Ils présentaient l'aspect de barres chauffées fortement et qui auraient été ramollies; on n'y voyait aucune ampoule, ainsi qu'en présentent communément les fers et aciers cémentés; mais on apercevait dans quelques endroits des fibres nerveuses ou des lames qui semblaient avoir été soulevées, soit par l'effet d'une dilatation irrégulière, soit par un dégagement de gaz. Du reste les barreaux avaient conservé leur forme et leur marque; ils n'étaient nullement altérés, mais ils présentaient une légère augmentation de poids et de volume (1). Cette augmentation n'a malheureusement pas été rigoureusement déterminée; mais nous ferons continuer les essais que nous avons commencés, les métallurgistes n'étant pas d'accord sur la cause de l'augmentation de poids que les uns font dépendre de la nature de l'acier que l'on a en vue d'obtenir, ce qui fait, disent-ils, que le poids doit être d'autant plus grand, que l'acier est plus dur; d'autres, de la dureté du fer que l'on emploie et conséquemment du carbone qu'il contient déjà (2); quelques-uns, d'un certain degré d'oxidation que la surface des barres

(1) L'augmentation de poids, dans la cémentation, varie de $\frac{1}{300}$ à $\frac{1}{200}$. Quant à celle du volume, Réaumur dit qu'une barre qui avait augmenté de $\frac{1}{256}$ de son poids primitif en la cémentant, avait augmenté de $\frac{1}{820}$ de sa longueur.

(2) *Sidérotechnie d'Hassenfratz*, 3e. partie, Tome IV.

éprouve pendant l'opération, et d'autres enfin, de la réduction de certaines parties de mine qui étaient imparfaitement réduites et par cette raison moins pesantes (1).

Pour le moment, nous ne prononcerons rien à cet égard : nous nous bornerons à faire remarquer que dans les aciers préparés par M. Sir-Henry on a observé que, pour quelques barres, il y avait une augmentation de fer, dans d'autres diminution ou égalité, mais que la quantité de silice était moindre qu'avant, et celle du carbone constamment plus grande, mais dans des proportions variables.

(1) *Traité du fer et de l'acier* (chez Levrault). On trouve dans ce traité des tables de comparaison de l'augmentation de poids que des fers d'Allemagne et d'Alsace ont acquise dans une cémentation de quatre-vingt-trois heures.

Analyses comparatives des différens aciers cémentés et non cémentés.

			DÉSIGNATION DE L'ESPÈCE D'ACIER.	Fer.	Carbone	Silicium.	Phosphore.	SUBSTANCES DIVERSES non pondérables.
I.	Acier fondu.	I.(1)	Acier fondu brut Martial ou Marschal.....	98,925	0,520	0,550	»	0,005 Indices de manganèse et d'alumine.
			Id., cémenté par *Sir-Henry*.	98,915	0,545	0,540	»	Traces.
		II.	Acier fondu anglais *Huntzmann*.....	99,435	0,330	0,235	»	Indice d'alumine
			Id. cémenté par *Sir-Henry*..	99,445	0,340	0,215	»	»
		III.	Acier fondu de la Bérardière.	99,360	0,325	0,315	»	Traces de cuivre et d'alumine.
			Id., cémenté par *Sir-Henry*.	99,360	0,335	0,305	»	*Idem.*
II.	Acier cém.	I.(2)	Acier cémenté.....	98,830	0,866	0,304	Indice de phos.	»
			Id., cémenté par *Sir-Henry*..	98,835	0,885	0,280	«	»
III.	Acier naturel.	I.	Acier naturel de Hongrie...	98,945	0,250	0,805	»	»
			Id., cémenté.....	98,950	0,265	0,785	»	»
		II.	Acier naturel de Rives.	99,165	0,250	0,585	»	»
			Acier de Rives cémenté par *Sir-Henry*.....	99,170	0,275	0,555	»	»

(1) *Boussingault* a trouvé dans l'acier fondu, fer 99,442; carbone 0,333 et silicium 0,225.

(2) *Vauquelin*, dans ses analyses des aciers cémentés de *Remmelsdorff*, a trouvé de 0,252 à 0,315 de silice; de 0,631 à 0,789 de carbone. *Boussingault* a trouvé dans l'acier cémenté, fer 99,325; carbone 0,450, et silicium 0,225, sans phosphore. Dans un *acier poule*, fer 99,375; carbone 0,500; silicium 0,125. (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XVI, janvier 1821.)

Caractères et qualités des aciers de Sir-Henry.

Les aciers soudables ou non soudables préparés par M. Sir-Henry présentent, sous le rapport de l'homogénéité, des différences qui établissent le degré de cémentation qu'ont éprouvé, dans son opération, ces aciers, qui conservent d'ailleurs toujours les caractères particuliers aux uns et aux autres.

Lorsque les aciers fondus ont subi le plus haut degré de cémentation, celui qui y développe le damassé par le soulèvement des lames, on aperçoit, à travers le grain fin et serré de l'acier, quelques parties nerveuses et fibreuses qui présentent un grain différent, et qui font le caractère des aciers les plus estimés pour la fabrication des instrumens de chirurgie et des outils de graveurs, de tourneurs, de serruriers, à raison de la dureté et du corps que ces parties donnent à l'acier.

Les aciers de forge ou aciers naturels, qui sont communément composés de parties dont les degrés d'aciération diffèrent dans des proportions très-variables, éprouvent une très-grande amélioration dans la préparation de M. Sir-Henry, de manière à produire un acier qui jouit à-la-fois de la dureté, du corps et de l'élasticité nécessaires pour les étoffes avec lesquelles on fabrique les ressorts et généralement toutes les lames les plus estimées.

Les différences que présentent les aciers fondus et naturels, suivant le degré de cémentation qu'ils ont éprouvé, en établissent également dans leur grenure, qui varie ensuite à son tour pour la nature, la couleur et la grosseur du

grain, suivant le degré de trempe que l'acier a reçu (1).

Après avoir fait forger et ensuite tremper des barreaux des aciers que l'on se proposait d'essayer, on a reconnu plusieurs fois et même souvent avec des caractères très-prononcés, dans les aciers cémentés, le rapport des longueurs réciproques des quatre espèces de grains distinguées par Réaumur, savoir : 1°. les grains blancs et brillans; 2°. les grains moyens mélangés, les uns blancs et brillans et les autres blancs et ternes; 3°. les grains fins ternes et gris; et 4°. les grains moyens, ternes et mal terminés : enfin nous avons observé, dans les mêmes aciers cémentés, le même caractère indiqué par Réaumur, comme le plus exact pour déterminer l'acier le plus fin, l'étendue de l'espace des troisièmes grains, plus grande, plus considérable et souvent double de l'espace des seconds grains.

Les aciers soudables préparés par M. Sir-Henry ont été reconnus supporter parfaitement le feu du rouge-cerise au rouge blanc et même à la chaude suante. Ils se forgent, se corroient, se soudent et se parent très-bien; enfin ils se mandrinent sans difficulté.

Les aciers non soudables et refondus, et préparés et non préparés par M. Sir-Henry, *ont été tous également jugés* de très-bons aciers

(1) Suivant *More* et *Pearson*, la densité du fer variant entre 7450 et 7787, celle de l'acier poule est de 7315; celle du même acier forgé, 7735; celle de l'acier wootz fondu 7, 200; du wootz forgé, 7647; enfin l'acier Hautzmann forgé entre 7800 et 7900. (*Biblioth. britannique*, t. XII, pag. 208.)

fondus. Ils ont parfaitement réussi à la forge ; ils n'ont pu se souder sur le fer : on n'est parvenu à les souder sur l'acier naturel ou d'étoffe que très-difficilement ; mais ils se soudent plus facilement sur eux-mêmes.

Dureté à la trempe.

En admettant, d'après Réaumur, que les aciers sont d'autant plus durs que, chauffés à une haute température, ils ont été refroidis plus promptement, on doit reconnaître : 1°. que la dureté peut et doit dépendre de la grenure, puisque les aciers prennent un grain différent, suivant la trempe qu'ils éprouvent ; et 2°. qu'à divers degrés de trempe, et toutes choses égales d'ailleurs, la dureté doit encore dépendre de la quantité de carbone, qui, en pénétrant dans le fer, s'est combinée avec lui, ainsi que l'avaient reconnu MM. Muschet et Chaptal, et comme l'a constaté depuis M. Bréant.

Les aciers de M. Sir-Henry, préparés à haute combinaison, chauffés au second degré de rouge (le rouge-cerise jaune, que les ouvriers nomment le plus souvent couleur de rose) et trempés dans l'eau de puits pure à 12° c., sans aucun sel ni préparation, ont toujours obtenu une dureté beaucoup plus considérable que ceux des préparations inférieures. Les limes faites par M. Musseau avec des aciers de M. Sir-Henry ont résisté à tous les essais ; elles n'ont point blanchi sur nos aciers les plus durs ou les mieux trempés, et elles n'ont enfin cédé que sur les aciers de haute combinaison de M. Sir-Heury, que nous présumons préparés avec le carbure de fer.

Du corps des aciers.

On a fait faire des barreaux absolument semblables de 4 à 5 millimètres de côté, et qui ont été trempés au même degré, mais très-faible

ou modéré, l'acier ayant communément d'autant moins de corps qu'il a été trempé plus chaud. On a obtenu les résultats les plus satisfaisans, soit sous le rapport de la flexibilité, soit sous celui de la résistance à la rupture. Ainsi, un barreau de 5 millimètres de côté a rompu sous un poids de. . . . . 605 kil.

2°. Le même en acier préparé. . . 619

3°. Un barreau d'acier fondu de Huntzmanu. 740

Et 4°. le même préparé. 755

De l'élasticité.

Pour déterminer le degré d'élasticité des aciers, on a fait donner à tous un recuit proportionné à leur qualité et aux dimensions des lames ou des instrumens, et nous les avons ensuite trempés soit dans l'eau, soit dans l'huile, soit dans le suif, suivant que le demandait leur tranchant. On a reconnu : 1°. que les légères ou moyennes combinaisons de M. Sir-Henry n'avaient produit aucune différence dans l'élasticité des aciers fondus de Huntzmann de première qualité ; 2°. que ses hautes combinaisons en avaient produit une très-sensible sur les mêmes aciers, dont les tranchans avaient plus de nerf et de ressort ; 3°. que les aciers fondus de la Bérardière y avaient acquis une très-grande supériorité et qu'ils ne pouvaient pas être distingués des aciers de Huntzmann de première qualité ; 4°. que soudables ou non soudables, ces aciers jouissaient tous indistinctement du même degré d'élasticité.

De la coutellerie damassée et des instrum. de chirurgie de M. Sir-Henry.

La coutellerie de table de M. Sir-Henry est très-bonne et très-estimée ; mais c'est particulièrement aux instrumens de chirurgie que ses

aciers peuvent être employés avec un grand avantage. Ces instrumens exigent un tranchant fort acéré, et doivent le conserver après avoir coupé des corps qui offrent une certaine résistance. Les témoignages de MM. Dubois, Béclar, Larrey, et autres célèbres praticiens et professeurs, ne laissent aucun doute sur la perfection et la supériorité des instrumens fabriqués par M. Sir-Henry.

Des armes blanches de M. Sir-Henry.

Les armes blanches de M. Sir-Henry, comme tous les instrumens de sa fabrique, sont d'acier fondu ou d'acier naturel cémenté, différence qui établit celle de leurs caractères et de leurs propriétés; aussi nous croyons, à cet égard, pouvoir les rapprocher des lames orientales, qui présentent également deux espèces de damas bien distinctes : 1°. des damas durs et cassans, dont la surface offre de petites figures régulières, disposées plus ou moins symétriquement sous une certaine apparence de cristallisation. L'acier de l'Inde, qui est la matière première des damas, n'y est pas employé seul, suivant MM. Mérimée et Bréant : ils pensent que cet acier est refondu avec quelques substances qui le modifient, le damassé du wootz ne ressemblant point à celui des lames orientales, dont la grande variété de damassé fait supposer que l'alliage n'est pas le même dans toutes. Et 2°. des damas, les uns ferreux et ployans, les autres souples et élastiques, moins durs que les damas durs et cassans, et probablement fabriqués avec des étoffes de différens aciers. Ces damas offrent des dessins plus ou moins variés de lignes courbes enlacées, contournées parallèlement les unes

aux autres et affectant certaines nuances d'étoffes de moiré ou de damas (1).

Entre les deux espèces de damas dont nous venons de parler, on trouve encore dans l'Orient, mais bien rarement, des lames d'un damas cristallin qui jouissent d'une certaine élasticité : les Orientaux les regardent comme bien supérieures aux autres, et ils y attachent le plus grand prix, parce que, disent-ils, les lames cristallisées élastiques proviennent d'anciennes fabriques qui n'existent plus et dont le secret est aujourd'hui perdu.

Après avoir fait long-temps, avec le plus grand succès, des lames de sabre et des cimeterres de damas d'étoffe, suivant les procédés indiqués par Perret (2) et Clouet (3), M. Sir-Henry s'est particulièrement livré à la fabrication des lames d'acier fondu, et s'il n'a pas encore obtenu le véritable dessin figuré des damas orientaux : 1°. il n'en possède pas moins un procédé par lequel il fait des lames damassées de première qualité, puisqu'après des essais nombreux nous avons constaté qu'elles réunissaient à-la-fois, au plus haut degré, la dureté, le corps et l'élasticité des meilleurs aciers; et 2°. que ses lames de sabre, d'ailleurs parfaitement travaillées, présentent toutes un figuré damassé plus ou moins développé et souvent semblable à celui des Orientaux. Il fabrique : 1°. des sabres, des cimeterres et des poignards d'acier naturel

(1) Il paraît que les damas d'étoffe sont plus rares que ceux d'acier fondu.

(2) Mémoire sur l'acier, couronné à Genève, 1779.

(3) *Journal des Mines*, tom. XV, 1804.

cémenté, qui présentent de beaux dessins à grandes nuances moirées, rubanées, tordues et tourbillonnées, très-variées, démontrant la contexture ou l'organisation de leur étoffe, la nature des aciers qui la composent, et leur état ou manière d'être avant d'avoir été soudés et corroyés ensemble; et 2°. des lames souples et élastiques d'acier fondu de seconde et de troisième fonte, passées à une haute cémentation, et dont le damassé fibreux, jaspé, pointillé et cristallin, est d'une extrême finesse.

M. Héricart de Thury conclut, au nom de la commission, qu'il y a dans les procédés de M. Sir-Henry un véritable perfectionnement de ceux de Réaumur, Clouet et Muschet, et par suite une amélioration d'une haute importance pour la fabrication et le travail de l'acier.

En conséquence de ce rapport, la Société d'encouragement a accordé une médaille d'or à M. Sir-Henry.

Sur la fonte des minerais d'étain dans le Cornwall et le Devonshire.

Par John Taylor (1).

Les minerais d'étain se trouvent dans deux gissemens très-différens. En filons, où ils sont accompagnés de plusieurs sortes de métaux et en alluvions ou fragmens détachés. Les premiers, connus sous le nom de minerais de filon (*mine tin*), sont mêlés de mine de cuivre, pyrite, wolfram, fer micacé, et on ne peut en opérer la séparation, même incomplète, que par des procédés longs et dispendieux. L'étain qu'on en retire est toujours d'une qualité inférieure, et l'on ne peut le purifier entièrement par aucun procédé. Il est répandu dans le commerce sous le nom d'étain commun (*block tin*), et forme la plus grande partie de celui que les mines produisent annuellement (2).

(1) Jars et Duhamel ont parlé du bocardage, du lavage et de la fonte de l'étain de Cornouailles; mais leur procédé n'est pas décrit aussi complétement. Ils distinguent bien deux sortes de fonte, l'une au fourneau à réverbère, l'autre au fourneau à-manche, et cela sous le nom d'ancien et nouveau procédé; au lieu qu'ici ces fourneaux ont pour objet de traiter deux minerais différens, le pur et l'impur.

Nous rappelerons ici que M. de Bonnard a donné des détails intéressans sur le gissement, l'exploitation et le traitement de l'étain dans le duché de Cornouailles. (Voyez le *Journal des Mines*, tome XIV, page 443.)

(2) Extrait du *Philosophical Magazine*, tom. 59, pag. 417.

Le minerai d'alluvion (*stream tin*) se trouve sous la forme de morceaux arrondis, quelquefois gros comme une noix, mais plus généralement en sable souvent très-fin. Ce qu'il présente de plus remarquable, c'est l'absence de tout mélange de substances métalliques, si ce n'est des nodules de fer hématite : ainsi il est très-propre à produire un étain fort pur.

Ces deux espèces de minerai sont presque toujours fondues séparément et par des procédés différens, et les produits n'ont pas à beaucoup près la même valeur.

La préparation mécanique est, sous quelques rapports, la même pour les deux espèces; elle est fondée sur les circonstances et les propriétés suivantes.

1. Comme l'oxide d'étain est presque toujours intimement mêlé dans la gangue, il est nécessaire de les bocarder très-menu, afin d'opérer ensuite une séparation plus parfaite des matières terreuses.

2. Il est inaltérable à une température modérée, et conséquemment il peut supporter la calcination, au moyen de laquelle on diminue relativement la pesanteur spécifique des sulfures et arséniates qui sont mêlés dans le minerai, ce qui rend leur séparation beaucoup plus facile.

3. Le poids de l'oxide d'étain étant bien plus grand que celui de la plupart des autres substances mélangées, il y a moins de risque d'en perdre par le lavage, et il peut être ainsi débarrassé presque entièrement des matières qui ne sont pas chimiquement combinées.

Toute mine d'étain doit donc être pourvue de bocards dont la puissance soit suffisante pour

réduire en schlich tout le minerai que l'on extrait : c'est même la quantité d'eau dont on peut disposer qui limite le produit de la mine. Quelquefois on transporte la totalité du minerai auprès du cours d'eau sur lequel on établit des roues hydrauliques pour mouvoir les bocards.

Depuis un petit nombre d'années, on a appliqué les machines à vapeur à faire mouvoir les bocards, et cela ne peut manquer d'augmenter les produits des mines d'étain.

On y a employé des machines très-puissantes sur deux des mines les plus considérables du Cornwall, celles de Wheal-Vor et de Great-Huas, et l'on en retire maintenant une quantité de métal qu'il aurait été impossible d'obtenir auparavant.

Le degré de division est déterminé par une plaque de fer percée de petits trous, à travers lesquels la matière passe en sortant de dessous les bocards, et étant d'ailleurs lavée et entraînée par un courant d'eau qu'on y a conduit pour cet objet. C'est un point de très-grande importance que la grosseur du sable, et que l'on détermine d'après l'état de dissémination où se trouve l'étain dans sa gangue.

Les minerais bocardés sont lavés suivant la méthode ordinaire, afin de séparer autant qu'il est possible les parties terreuses des parties métalliques. On donne beaucoup de soin à ces opérations, attendu que la mine d'étain pure contient une très-grande proportion de métal.

Certaines substances métalliques qui se trouvent mêlées avec l'oxide d'étain ont une pesanteur spécifique tellement rapprochée de la sienne, qu'on ne peut les en séparer par aucun

procédé de lavage; mais elles sont décomposables par le feu, tandis que l'étain n'y éprouve aucune altération. C'est pour cela qu'après avoir été rendus aussi purs qu'on l'a pu par le lavage, les minerais sont portés à la fonderie (*Burning-House*), qui renferme de petits fourneaux à réverbère, sur la sole desquels on les étend pour les soumettre à un feu modéré et régulier : on les retourne fréquemment avec des rables de fer, et il se volatilise beaucoup de soufre et d'arsenic. La première de ces substances se brûle en presque totalité; mais l'autre est condensée dans de longs canaux horizontaux disposés pour cet usage. Après avoir sorti ces minerais des fourneaux, on achève la préparation par un lavage subséquent, qui devient alors beaucoup plus utile en raison de l'altération que le minerai a subie et qui a changé le rapport des pesanteurs spécifiques des substances mélangées.

Le minerai de cuivre qui se trouve mêlé et qui a subi le grillage est en partie converti en sulfate de cuivre : aussi conserve-t-on l'eau qui a servi au premier lavage, et l'on en retire le cuivre au moyen du fer métallique.

La grande pesanteur spécifique du minerai d'étain fait qu'on peut le soumettre à beaucoup d'opérations de lavage sans qu'il éprouve de perte sensible, et généralement on le purifie jusqu'à ce qu'il rende de 50 à 75 pour 100. Dans cet état, ces minerais sont vendus aux fonderies; on détermine leur valeur en faisant un essai sur une proportion prise avec le soin convenable sur la totalité.

Les fourneaux à réverbère dans lesquels on fond la mine d'étain ont la forme ordinaire et

une capacité suffisante pour en contenir de 12 à 15 quintaux.

Les lits sont préparés en mêlant le minerai avec une proportion de houille (*welch culm*), et l'on y ajoute une quantité modérée de chaux éteinte : ces substances sont retournées et mouillées (rendues humides), afin de prévenir l'action trop rapide du fourneau déjà échauffé et dont la chaleur pourrait vaporiser quelques portions de métal avant que la fusion fût opérée.

La chaleur employée est forte et soutenue, de manière que toute la masse se fonde complétement; on continue ainsi de chauffer pendant sept ou huit heures, au bout desquelles on peut faire sortir la charge. Le fourneau a une ouverture à sa partie inférieure, que l'on a maintenue bouchée par de l'argile; on ôte ce bouchon, et le métal qui coule est reçu dans un vase de fer. On enlève les scories de dessus la surface de l'étain fondu en les repoussant, et on les fait sortir par une porte qui est opposée à la chauffe, pendant qu'il coule au dehors par le trou de la percée qu'on a débouché. Cela étant fait, l'étain est versé dans des moules, qui lui donnent la forme de plaques d'une grandeur moyenne, et qui sont soumises à un raffinage subséquent. Les scories qu'on a séparées du métal se prennent facilement en masse; on les porte dans un atelier, où elles sont cassées, bocardées et ensuite lavées; on en retire ainsi une grande quantité d'étain que l'on nomme *Prillion* et qui est fondu une seconde fois.

Aucune opération de fonte n'est plus facile que celle pratiquée sur ces minerais d'étain, et il n'en est aucun où les motifs du mode de trai-

tement soient plus évidens. On a deux effets à produire : d'abord, mettre dans une fusion complète les matières terreuses, afin que le métal puisse s'en séparer avec facilité, et ensuite décomposer l'oxide d'étain, en quoi consiste proprement le minerai.

L'addition de la chaux contribue à obtenir le premier résultat, et celle des matières charbonneuses accomplit la réduction de l'oxide. La séparation du métal des substances terreuses a lieu pendant la fusion, en raison de la différence des pesanteurs spécifiques; la plus pesante vient occuper la partie inférieure du fourneau, d'où elle est retirée par le trou de la percée, et l'autre, flottant à la surface du métal, est enlevée de la manière dont on l'a indiqué.

Les plaques d'étain obtenues de cette fonte sont souvent très-impures, et leur état de pureté varie suivant la qualité des minerais d'où elles proviennent. On les garde jusqu'à ce que l'on en ait rassemblé une quantité suffisante pour faire un raffinage : cette opération a lieu dans le même fourneau, après qu'on a terminé la fonte de la mine, ou bien dans un fourneau tout semblable réservé à cet usage.

Toute espèce de procédé à l'aide duquel on raffine ce métal au feu, doit être fondée sur une propriété particulière de celui-ci, et qui est différente de celles que possèdent les métaux avec lequel il est allié et dont on veut le séparer. Ces différences peuvent se trouver dans la facilité ou la difficulté de l'oxidation, dans leur tendance à se volatiliser, dans la température de leur fusion, ou enfin dans leur pesanteur spécifique relative.

Le raffinage de l'étain est fondé sur les deux dernières des propriétés que nous venons d'indiquer. Les substances que l'on suppose avoir été réduites dans la première fusion, et que l'on désire séparer de l'étain, sont presque toujours le fer, le cuivre, l'arsenic, le tungstène, provenant du Wolfram, une portion indécomposée d'oxides, de sulfures, d'arséniures, et même quelques substances terreuses ou des scories.

Le fourneau destiné au raffinage de l'étain reçoit un degré de chaleur modéré, les plaques de métal entassées dans son intérieur se fondent peu à peu, et le métal coule à mesure dans le chaudron (*kettle*), où il est entretenu en fusion par un petit foyer placé dessous. Les substances les moins fusibles demeurent dans le fourneau, et l'on obtient une nouvelle purification de l'étain en agitant ce métal dans le chaudron pendant quelque temps et par une opération qu'on nomme agitation (*tossing*). Un ouvrier prend du métal dans une cuiller, et le laisse retomber d'une hauteur suffisante pour que toute la masse soit agitée.

Lorsqu'il discontinue, on écume avec soin la surface, et les impuretés sont mises à part à mesure qu'on les enlève : elles consistent en matières moins pesantes que l'étain; mais qui étaient tenues en suspension, et qui, étant désengagées par le mouvement, montent à la surface. En général, le métal est coulé dans des moules immédiatement après avoir été agité et écumé complétement; mais pour celui qui provient des minerais ferrugineux et impurs, il peut être nécessaire de le purifier davantage et de le sé-

parer des alliages qu'il peut encore former. On y réussit bien en refondant la masse dans le chaudron (*kettle*); les portions les plus pesantes viendront occuper le fond, et en enlevant une portion du métal à la superficie, on aura un étain très-sensiblement meilleur.

La dernière opération consiste à couler le métal dans des moules ordinairement en granite et dont la capacité est telle, que le morceau d'étain que l'on forme ainsi pèse plus de 3 quintaux; on les appelle *blocks*, et ils sont portés pour être marqués suivant les réglemens, les uns comme étain commun (*block tin*), les autres, qui ont été préparés avec un plus grand soin, comme étain raffiné.

La fabrication de l'étain fin (*grain tin*) que l'on retire des minerais d'alluvion s'opère par des procédés différens, et qu'il me reste à décrire.

J'ai déjà parlé de la pureté de cette espèce de minerai sous le rapport du mélange avec d'autres métaux, et il est inutile de rapporter les diverses opérations qu'on leur fait subir pour en séparer les matières terreuses par le lavage. Elles sont presqu'en tout semblables à celles qui ont lieu pour l'autre espèce de minerai. On amène généralement le minerai d'alluvion à un état de très-grande netteté, et on le transporte ainsi jusqu'au lieu où il est vendu pour être fondu: cet établissement s'appelle *Blowing-House*, pour le distinguer de celui où l'on traite le minerai de filon, qui est appelé *Smelting-House;* la première dénomination est ainsi indicative du procédé employé.

La réduction des minerais qui donnent le

grain tin s'opère dans des fourneaux munis de soufflets et l'on y emploie le charbon de bois. Le procédé est extrêmement simple, et c'est probablement un des plus anciennement pratiqués, ainsi qu'on peut s'en convaincre en observant souvent des fourneaux d'une construction très-grossière.

Les fourneaux dont on se sert maintenant ressemblent à ceux usités pour fondre le fer dans certaines fonderies où l'on emploie encore les soufflets; ils sont formés par un cylindre de fonte de fer posé sur un de ses bouts et garni d'argile ou de brasque (*loam*): l'extrémité supérieure est ouverte pour recevoir le combustible et le minerai que l'on y met alternativement; à une certaine distance du fond ou de l'extrémité inférieure du cylindre, on a pratiqué une ouverture, afin d'y admettre la buse des soufflets et il y en a une autre, inférieure et opposée à celle-ci, par laquelle le métal coule régulièrement à mesure qu'il se réduit.

On entretient un fort courant d'air par des soufflets, ou, dans les usines les plus perfectionnées, par des cylindres à piston, et cet air est conduit par un tuyau convenablement disposé jusque dans l'ouverture du fourneau.

La seule purification dont l'étain paraisse avoir besoin consiste à le séparer des substances qu'il contient suspendues mécaniquement, et pour cela il est versé avec une cuiller dans une espèce de chaudière, où on l'entretient en fusion au moyen d'un petit feu que l'on fait dessous; on y produit une agitation prolongée avec un morceau de charbon de bois préalablement imbibé d'eau, que l'on plonge dans le métal fondu et qui est porté jusqu'au fond du chaudron à l'aide d'un

outil de fer. L'eau renfermée dans le charbon est convertie rapidement en vapeur, qui, s'échappant à travers le métal, lui donne l'apparence d'être en ébullition rapide; ensuite on laisse reposer, on enlève l'écume de la surface et on la met à part : alors l'étain paraît très-brillant et on le puise à la cuiller pour le verser dans des moules convenables, qui forment les saumons tels qu'on les vend ordinairement.

Quelquefois on met l'étain fin (*grain tin*) sous une forme différente en le divisant : pour cela, on échauffe les masses dont nous venons de parler jusqu'au point de rendre le métal cassant; alors on l'élève à une hauteur considérable, d'où on le laisse tomber; la masse se partage en fragmens qui présentent un aspect tout particulier.

La fonte, à l'aide de soufflets, est préjudiciable à l'égard des métaux que la chaleur vaporise et qui n'en sont pas préservés par des scories qui recouvrent le bain, comme il arrive dans les fourneaux à réverbère, où elles servent en même temps à empêcher l'oxidation.

L'ancienne méthode de fondre le plomb, lorsque le minerai est mêlé de terre, a été remplacée par celui où l'on fait usage du fourneau à réverbère, parce que dans celui-ci on obtient beaucoup plus de métal du même minerai. L'étain, quoique volatil à un certain degré, n'est pas affecté d'une manière sensible par la fonte dont nous avons parlé; cependant comme il s'échappe une fumée blanche, on a coutume d'établir un long canal horizontal, qui aboutit à une espèce de chambre et même s'étend au-delà, et c'est dans cet appareil que les vapeurs se condensent et qu'on les recueille.

NOTICE

Sur le kaolin de Dignac, département de la Charente; par M. le Baron Bigot de Morogues.

On sait que la terre propre à la fabrication de porcelaine se trouve dans plusieurs lieux différens; Saint-Yriex seul peut en fournir à toute la France. Cependant l'importance et le nombre des manufactures qui en font usage; l'extension qu'elles prennent chaque jour; l'avantage imminent qu'il y aurait à rendre la porcelaine vulgaire, tant à cause de sa beauté et de sa propreté que de sa solidité, supérieures à celles de toutes les autres poteries de terre, doivent faire considérer la découverte d'une puissante couche de kaolin, comme fort intéressante pour les arts et pour le commerce. Cette découverte peut devenir d'autant plus précieuse, que ce minéral sera d'une plus facile extraction et d'un transport moins dispendieux : ces motifs ont déterminé M. le préfet et la Société d'agriculture, arts et commerce du département de la Charente, à mettre un haut prix à la détermination exacte de la terre à porcelaine de Dignac, et je serai heureux si ce que j'ai à dire ici peut contribuer à assurer leurs succès.

Vainement voudrait-on nier l'existence du kaolin à Dignac, la prévention seule pourrait désormais élever quelques doutes à cet égard; cependant quand M. Jure, directeur de la fonderie de Ruelle, eut annoncé qu'il se trouvait

en abondance dans un pays calcaire, il sembla à quelques savans que la chose était impossible, parce que cette argile, résultant de la décomposition du feldspath, ne s'était encore trouvée que dans les pays granitiques. En effet, si le kaolin de Dignac eût été formé sur place et s'il eût été superposé, comme il est, à un calcaire marin, tous les systèmes géologiques se fussent trouvés en défaut; mais il est le résultat d'une alluvion. Rien en cela n'est contradictoire à la théorie, et sa découverte, faite pour intéresser vivement, n'en est pas moins précieuse pour les arts, puisque Dignac, à quatre lieues de la Charente, peut fournir par cette rivière, et ensuite par la mer, une quantité immense de terre que l'expérience a démontrée propre à la fabrication de la porcelaine.

Je ne puis mieux faire, pour démontrer cette assertion, que de renvoyer aux expériences de M. Maillot et à l'intéressant rapport de M. Jure, insérés au N°. 12, tome 3 des Annales de la Société d'agriculture du département de la Charente. On y verra que le hasard ayant fait employer l'argile de Dignac à M. Mouchard, fabricant de creusets, et que la cassure de l'un de ces creusets ayant indiqué qu'il était de porcelaine, quelques essais subséquens mirent cette vérité dans le plus grand jour. Je possède un fragment d'un petit vase cuit au fourneau à réverbère de la fonderie de Ruelle, et son aspect ainsi que celui de la terre de Dignac suffisent pour lever tous les doutes.

Il ne faut pas croire que cette découverte puisse être sans intérêt pour les villes éloignées d'Angoulême. Je prends Orléans pour exemple,

et je rappellerai que la manufacture de porcelaine qui y fut établie pendant quelques années, n'est tombée que par le haut prix auquel le roulage portait les kaolins de Saint-Yriex, et par la difficulté d'en fabriquer en province des vases aussi parfaits que ceux qui sortent des manufactures de Sèvres et de Paris; mais si le kaolin de Dignac, lavé sur les lieux, était transporté par la Charente, la mer et la Loire, il reviendrait à Orléans à un prix tellement inférieur à celui de Saint-Yriex, qu'il pourrait servir à former utilement une porcelaine susceptible d'être livrée à bas prix, quoique d'un usage agréable et d'un débit facile.

On connaissait déjà des carrières de kaolin dans les environs d'Alençon, de Saint-Yriex et de Bayonne; mais celui de Dignac ne sera pas le moins intéressant, tant à cause de son abondance et de la facilité de son exploitation, suite de son gisement superficiel, que de la modicité des frais de son transport, qui pourra se faire très-aisément.

Ce kaolin occupe dans une grande étendue la vallée où se trouve le village de Dignac et la pente des coteaux voisins. Il est déposé sur un calcaire marin, tufacé, renfermant des débris de molusques, et entre autres, de térébratules que je présume être d'origine analogue à la formation des tufeaux calcaires à gryphite et à ammonite.

La couche de kaolin, entièrement composée de débris de roches primitives, est le produit de la décomposition d'un granite blanc peu micacé, qui sans doute a été remué et transporté par les eaux à une époque où le feldspath blanc qui en

formait la masse principale, était déjà dans un état d'altération presque semblable à celui où il se trouve à Saint-Yriex dans le petunzé, qui accompagne l'argile à porcelaine.

Le kaolin de Dignac, très-différent de celui de Saint-Yriex par son origine, n'a donc pas été formé sur place; mais il a été apporté par une alluvion dont je n'ai pas eu le temps de rechercher les traces : ce qui d'ailleurs demanderait d'autant plus de soin, que la couche qu'il forme est elle-même recouverte, et quelquefois semble pénétrée en partie par la couche superficielle du sol, produit d'une autre alluvion de nature argileuse, renfermant des fragmens de coquilles devenues siliceuses et des silex roulés de diverses grosseurs. On reconnaît la suite d'une couche argileuse, qui peut être de même origine que cette dernière, dans quelques parties de la forêt de Dignac, où elle repose immédiatement sur le calcaire marin et où elle renferme de nombreux silex, tantôt pyromaques et tantôt d'aspect jaspoïde.

Le kaolin de Dignac est loin d'être aussi pur et aussi beau que celui de Saint-Yriex; son aspect est fort différent, et quand sa situation ne suffirait pas pour déterminer sa formation de transport, son facies seul rendrait cette vérité incontestable.

Il se présente sous forme terreuse; il est friable, maigre au toucher, et fait difficilement pâte avec l'eau; il renferme une multitude de petits cailloux de quarz hyalin, d'un blanc légèrement grisâtre, semblables aux grains de quarz des granites et adhérens souvent à de petits grains de feldspath blanc, quelquefois encore déterminables et presque toujours en grande partie décomposés : on y trouve aussi des grains de feldspath pur qui, comme ceux de quarz, ont de 1 à 2 centimètres d'épaisseur; on trouve encore là, et probablement par suite de la même alluvion, des cailloux de quarz hyalin transparens, blancs, grisâtres, rougeâtres, etc., etc., qui très-certainement sont les débris de roches primitives. J'ai vu sur place à Chanteloub, dans le département de la Haute-Vienne, des quarz hyalins non roulés, d'un aspect semblable aux quarz hyalins roulés de Dignac.

Ce kaolin est très-peu micacé, d'un blanc tirant sur la couleur de nankin, et est évidemment produit par la décomposition et le broiement naturel des feldspaths, dont de nombreux fragmens restent encore là pour attester son origine et pour la rendre péremptoire par les différens degrés d'altération qu'ils ont subis eux-mêmes. Il se sépare aisément, par le lavage, des petits cailloux de quarz et de feldspath qu'il renferme; l'eau qui s'en est chargée le laisse ensuite sous forme d'un dépôt très-fin, infusible au fourneau à réverbère et y acquérant de la blancheur. Il est susceptible de former une porcelaine blanche dont j'ai vu des fragmens grossièrement fabriqués, mais suffisans pour me mettre à même d'attester que, si on le travaillait avec soin, l'on en obtiendrait des produits analogues à ceux des autres kaolins; il me semble devoir être assimilé à la variété de Saint-Yriex, qui renferme quelques grains de quarz et est désignée sous le nom de terre caillouteuse. Il est probable qu'après avoir été broyé, il donnerait

comme celle-ci, sans addition d'aucun fondant, une porcelaine suffisamment transparente.

Pour apprécier l'importance de la découverte de M. Mouchard, dont M. Jure est en droit de réclamer en grande partie l'honneur, puisque c'est lui qui a reconnu que la terre employée par M. Mouchard à faire des creusets, était propre à faire de la porcelaine, il est indispensable : 1°. de calculer les frais de lavage et ceux de transport jusqu'à la Charente; et 2°. de déterminer, par des expériences comparatives, si le kaolin de Dignac peut former d'aussi belles porcelaines que celui de Saint-Yriex, ce que je suis fort tenté de croire, après avoir vu la cassure des petits vases d'essai qui ont été faits : dans tous les cas, on doit regarder cette découverte comme précieuse pour les arts.

Je pense aussi qu'elle est très-remarquable sous le rapport géologique, en ce qu'elle nous offre une alluvion d'un genre particulier; car, jusqu'à ce jour, nous ne connaissions pas de détritus de roches primitives brassés par les eaux et transportés au loin, sans s'être mélangés et souillés assez sur la route pour perdre la plupart de leurs caractères minéralogiques. L'alluvion de Dignac a déterminé un phénomène différent; elle a transporté toutes les parties constituantes d'un granite; elle les a roulées, elle les a broyées, elle les a brassées, sans les mélanger et sans les rendre méconnaissables; enfin il est certain qu'en en transportant les débris, elle les a accumulés sans en changer la nature.

De quelques procédés métallurgiques employés en Perse.

Les opérations dont il va être question ont été décrites dans le laboratoire de l'Institution royale de Londres par Oustad Mohammed Ali. D'après la manière claire et précise dont il s'est énoncé, il n'est pas probable qu'il y ait dans son récit d'erreur ou d'omission de quelque importance.

Affinage de l'argent.

On forme un bassin peu étendu, soit en creusant la terre, soit en arrangeant des pierres en rond; on lui donne 9 à 12 ou même 14 pouces de diamètre, et il est échancré d'un côté, pour recevoir en cet endroit le combustible destiné à fondre le métal. Ce combustible consiste en deux morceaux de bois fendus longs et gros, dont l'extrémité est mise dans l'échancrure. Quand on a allumé ces bûches avec du petit bois, on commence à faire agir deux soufflets, dont on dirige le vent de manière à porter la flamme et la chaleur dans le bassin, comme on le ferait avec un *chalumeau* de grande dimension. Le plomb contenu dans l'argent, ou celui qu'on ajoute dans l'argent impur, est alors mis dans le bassin; il se fond et s'affine ensuite comme dans la coupellation ordinaire. La litharge sort du bassin par l'échancrure à mesure qu'elle se forme, et elle est absorbée par le sol ou perdue. Comme les bûches brûlent en avant du jet d'air, on les pousse toujours jusqu'à ce qu'elles soient consumées; on en remet d'autres si cela est jugé nécessaire, et on arrête l'opération quand on croit l'affinage parfait (1).

(1) Ce procédé pour affiner l'argent peut être rapporté à ceux qui existaient à la naissance de l'art; il a beaucoup de rap-

Fabriques d'acier en Perse.

Oustad Mohammed Ali décrit ainsi la fabrication de l'acier : on se sert de fer apporté des montagnes, mais dont on ne connaît pas le procédé de fabrication ; on bâtit un fourneau carré d'environ 4 pieds de côté et 6 à 7 de hauteur, les murs ont 8 ou 9 pouces d'épaisseur ; des pierres plates sont placées en croix et de champ à environ 16 pouces du sol, de manière à former une espèce de grille ; au-dessous de celle-ci est une cavité pour recevoir l'acier en fusion ; au-dessus de la grille on place les barres de fer entre des couches de charbon de bois. Il y a trois ouvertures placées exactement au-dessus de la grille et qui donnent entrée dans le fourneau à l'air qui sort de soufflets mus par des hommes assis. On allume le feu, et la chaleur s'élève ; on ajoute de nouveau charbon sur celui qui brûle dans le fourneau, et le fer devenant carbonisé se fond et tombe à travers la grille à l'état d'acier fondu dans le creuset inférieur, où on le prend pour le mouler en lingots.

De 3 ou 4 quintaux de fer employés dans le fourneau, on en perd environ un tiers par l'oxidation et par ce qui demeure adhérent aux parois : l'opération dure trois ou quatre jours en soufflant constamment. Mohammed a indiqué que le charbon était extrêmement dur et pesant, et fort différent de celui dont nous nous servons ; mais il ne put faire connaître avec quel bois il était fait. (*Journal de l'Institution*, *t.* 8, *p.* 160.)

port avec l'affinage sous billot, qui a été employé pendant long-temps à Fœlgebunger en Transylvanie, et que Schlutter a décrit, chapitre 73 de la fonte des mines ; mais ici le fourneau était fixe ; il avait de 4 à 5 pieds de diamètre, et l'affinage se faisait beaucoup plus en grand. (*R.*)

Sur la Grotte de Miremont.

(Département de la Dordogne.)

Nous croyons utile de publier le dessin de la grotte de Miremont, qui nous a été transmis récemment par M. Gratien le père, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées. (Voyez planches V et VI.) Le plan et les coupes qui accompagnaient la notice suivante ont été levés avec beaucoup de soin par feu M. Brémontier, inspecteur général du même corps, de concert avec M. Lepière. La grotte dont il s'agit est une de celles qui ait été le plus complètement étudiée sous le rapport topographique. Nous ne donnons même qu'une partie des coupes qui ont été prises dans vingt-sept endroits. Leur ensemble fait voir que cette grotte présente très-peu de ces grandes variations dans ses renflemens et rétrécissemens, et sur-tout dans ses inclinaisons, que l'on connaît dans la plupart des autres grottes calcaires. Le plancher de celle-ci au contraire s'éloigne peu de la ligne horizontale, et c'est au point I qu'est son plus grand écartement de cette ligne. Il n'est que de 10 mètres au-dessous du niveau de l'ouverture marquée O sur le plan. Cette ouverture est sur le penchant d'une colline dont la pente est très-douce. On remarquera que les largeurs des galeries de cette grotte diffèrent peu l'une de l'autre, à l'exception de celle qui est marquée K, et qui semble être une fissure plutôt qu'une galerie. Les hauteurs de ces galeries

paraîtraient présenter plus de différences, si l'on compare celles du point G et du point B ; mais ce dernier point est le seul des vingt-sept coupes qui présente un si grand resserrement sur la hauteur; dans quatre autres points dont nous n'avons pas donné les coupes, le plafond n'est qu'à 2 à 3 mètres du plancher. Il ne paraît pas qu'on ait découvert dans cette grotte aucun reste d'animaux, comme on en trouve si souvent et si abondamment dans plusieurs grottes et cavernes de l'Allemagne et de l'Angleterre ; et c'est une exception assez remarquable, si elle se maintient, qu'on n'ait encore découvert en France aucun de ces souterrains qui semblent avoir été le repaire, le refuge et le tombeau des animaux de l'ancien monde. On ne nous dit pas si le calcaire qui compose la montagne renferme des coquilles fossiles, ni si une couche plus altérable que les autres a pu se prêter plus facilement à l'action de la cause qui a ouvert les galeries si nombreuses et si singulièrement ramifiées dont se compose cette grotte ; enfin dans quel rapport est sa ligne moyenne d'inclinaison avec la stratification des couches de la montagne.

Les autres questions qu'on pourrait se faire pour mieux connaître cette grotte, sont résolues dans la notice suivante, rédigée par M. Allou, ingénieur des mines. (R.)

Notice sur la grotte de Miremont.

Le département de la Dordogne, dont le sol est presque entièrement formé d'un calcaire de deuxième formation, qui paraît analogue à l'un

des calcaires du Jura, renferme plusieurs grottes très-curieuses et peu visitées jusqu'ici. La principale, appelée la grotte de Miremont, et située à peu de distance du Bugue, arrondissement de Sarlat, est plus habituellement désignée par les gens du pays sous le nom de *Trou de Granville*. L'ensemble de ses vastes excavations, qui offrent à-peu-près la forme d'un fer à cheval, présente dans son plan une suite de chambres ou de salles dont quelques-unes ont plus de 20 mètres, et même 30 mètres de hauteur. On prétend qu'il faut près de sept heures pour parcourir la grotte dans le sens de sa longueur, et en suivant seulement son axe. Outre quelques concrétions de formes très-variées, et auxquelles on a donné, dans le langage populaire, des noms plus ou moins bizarres, on remarque avec surprise la régularité de plusieurs de ces salles, dont le plafond assez vaste ne laisse apercevoir aucune inégalité. Ces différentes pièces ont reçu des dénominations particulières, déterminées par ce qu'elles offrent de plus curieux, ou par les usages auxquels elles semblent destinées. Ainsi on traverse successivement la chambre des *gâteaux*, celle des *coquillages*, la salle *du marché*, etc.; dans le plafond de toutes ces salles, comme dans l'intérieur des excavations qu'elles offrent eu plusieurs endroits, et qui ont reçu le nom de *cloches*, on remarque de nombreuses incrustations de tubercules siliceux (quartz agathe pyromaque), recouvertes d'un oxide de fer jaunâtre, en formant une suite de rameaux entrelacés, dont l'effet général est très-agréable. C'est ce qu'offre de plus curieux en ce genre la grotte de Miremont, où l'on chercherait en vain ces

brillantes stalactites que présentent, avec tant de profusion, les grottes de la Bourgogne et de la Franche-Comté, et celle de Saint-Robert, découverte il y a peu d'années, dans le département de la Corrèze, aux environs d'Ayen, et l'une des plus intéressantes que nous ayons eu occasion de visiter.

On fait remarquer aux voyageurs, vers le milieu de celle que nous décrivons, une pierre assez étroite et longue d'environ 12 mètres, que les gens du pays appellent la *Tombe de Gargantua*. Il y avait aussi, tout près de là, un ruisseau qui a disparu tout-à-coup, il y a quelques années, et dont le lit, extrêmement sinueux, frayé à travers des roches très-élevées, est aujourd'hui entièrement à sec. (C. N. A.)

SUR L'USAGE
DES BAINS MÉTALLIQUES
POUR LA TREMPE DE L'ACIER (1).

EXTRAIT.

M. David Hartley prit, en 1789, une patente pour une méthode de tremper l'acier, à l'aide d'un pyromètre ou thermomètre adapté près de la surface de l'ouvrage, et il recommandait en même temps l'usage d'un bain d'huile chaude, dans lequel on pourrait tremper à-la-fois plusieurs douzaines de rasoirs ou autres instrumens avec la plus grande facilité, au moyen de quoi il était aisé de déterminer promptement et avec certitude les divers degrés de température convenables aux objets qu'on voulait recuire ou tremper.

Quand je vis ce procédé dans les journaux, il me vint dans l'esprit qu'on pourrait encore le perfectionner, et qu'en se servant d'un bain d'huile ou d'un alliage métallique fusible pour la trempe des instrumens tranchans, il serait possible de donner à cette opération un degré de certitude auquel on n'était pas encore parvenu jusqu'à présent. Dans cette persuasion, j'entrepris une suite d'expériences pour déterminer les degrés de température auxquels toutes

(1) *Essais chimiques sur les arts*, etc., par S. Parkes et Martin, tom. 2, pag. 352 de la traduction française.

les huiles communes entrent en ébullition, ainsi que ceux de la fusion de plusieurs alliages métalliques, et d'en former quelques tables au moyen desquelles tout coutelier pourra établir un bain et donner en tout temps la trempe convenable à chaque espèce d'instrument avec une précision et une célérité jusqu'à présent inconnues (1).

Voici la manière dont j'ai procédé pour établir les bains métalliques : je me suis muni de

(1) On sait que plus l'acier a été élevé à une haute température, avant son immersion dans l'eau froide, et plus il devient dur à la trempe et moins il se contracte par cette opération. En conséquence, j'avais imaginé, il y a long-temps, de rendre, autant qu'il serait possible, égale et uniforme la température de l'acier dans toute sa masse, en le faisant chauffer dans un bain de plomb rougi, et ce procédé me réussissait toujours. (Nickolson, dans son journal de janvier 1813.)

M. C. C., ayant à percer de la fonte grise qu'une lime anglaise ne pouvait entamer, ne put pas y réussir avec des forets trempés de la manière ordinaire ou trempés en paquets; il essaya de les chauffer dans du plomb, et de les plonger dans l'eau froide, dans la cire, dans le mercure, et ne réussit guère mieux; il eut alors l'idée de les mettre dans un bout de canon de fusil rempli d'alliage fusible de Darcet (8 parties de bismuth, 5 de plomb et 3 d'étain), et fermé par un bouchon de fer; il les chauffa de cette manière jusqu'au blanc, et trempa subitement le canon dans l'eau froide; il le mit ensuite, après l'avoir débouché, dans l'eau bouillante; l'alliage se fondit bientôt, et les forets montèrent à sa surface. On a trempé avec le même succès des tarauds, des coussinets de filière, etc.; ces outils se trouvent recuits convenablement au degré constant qui suffit pour fondre l'alliage. Ils sont très-nets, parce qu'on évite par ce procédé le contact de l'air et de l'eau; je dois convenir que M. C. a voulu faire cette opération sur des limes, mais que l'alliage s'y est attaché. (*Biblioth. britann.*, volume 52, pag. 280.)

deux cuillers de fer poli; dans l'une d'elles je fis fondre les métaux bien mêlés, et quand ils furent en fusion complète, je les mélangeai et versai, dans l'autre cuiller l'alliage dans lequel je plongeai le thermomètre, qui marquait 620° F. Le mercure baissait dans l'instrument à mesure que l'alliage refroidissait, j'en observai la gradation avec soin, et je saisis le moment où il ne descendait plus pour noter ce degré comme étant celui du point de fusion de cet alliage. J'observai dans ces expériences qu'au moment où l'alliage va passer de l'état liquide à celui de solide, le thermomètre monte d'un degré; ce qui annonce un changement d'état dans le métal : ce fut le degré que je notai, comme étant celui de la température à laquelle la fusion complète cesse d'avoir lieu.

Le tableau N°. 1 est le résultat d'expériences faites sur des alliages de bismuth d'étain et de plomb, et celles des N°. 2 et 3 indiquent les points de liquéfaction de divers alliages d'étain et de plomb : seulement je pense que ces deux derniers doivent être plus utiles aux couteliers, parce que, outre que les points de liquéfaction des bains y sont en général plus élevés, on peut aussi les établir à meilleur marché que ceux qui contiennent du bismuth.

N°. I.

Tableau des diverses températures auxquelles les alliages suivans, composés de bismuth, de plomb et d'étain, sont respectivement fusibles.

Bismuth.	Plomb.	Étain.	Fondent à la température de	
Parties.	Parties.	Parties.	Thermomètre de Fahrenheit.	Thermomètre centigrade.
8	5	3	202°	94°.44
8	6	3	208	97.78
8	8	3	226	107.64
8	8	4	236	112.20
8	8	6	243	116.05
8	8	8	254	122.10
8	10	8	266	127.60
8	12	8	270	130.90
8	16	8	300	147.40
8	16	10	304	149.60
8	16	12	294	141.90
8	16	14	290	139.70
8	16	16	292	140.80
8	16	18	298	144.10
8	16	20	304	147.40
8	16	22	312	152.80
8	16	24	316	154.00
8	18	24	312	152.90
8	20	24	310	151.90
8	22	24	308	151.80
8	24	24	310	152.90
8	26	24	320	158.40
8	28	24	330	165.00
8	30	24	342	170.50
8	32	24	352	176.00
8	32	28	332	165.00
8	32	30	328	163.90
8	32	32	320	158.40
8	32	34	318	157.30
8	32	36	320	158.40
8	32	38	322	159.50
8	32	40	324	160.60

N°. II.

Nouveau Tableau des diverses températures auxquelles les alliages suivans d'étain et de plomb seulement entrent en fusion.

Étain.	Plomb.	Fondent à la température de	
Parties.	Parties.	Thermomètre de Fahrenheit.	Thermomètre centigrade.
4	4	372°	187°.00
5	4	352	176.00
6	4	336	167.20
7	4	338	168.30
8	4	340	169.40
9	4	344	171.60
10	4	348	173.80
11	4	352	176.00
12	4	356	178.20
13	4	360	180.40
14	4	362	181.50
15	4	364	182.60
16	4	367	184.25
17	4	370	185.90
18	4	372	187.00
19	4	375	188.65
20	4	378	190.30
22	4	380	191.40
24	4	382	192.50
4	4	372	187.00
4	5	390	196.90
4	6	412	209.00
4	7	420	213.40
4	8	442	225.50
4	9	460	235.40
4	10	470	240.90
4	11	476	244.30
4	12	482	247.50
4	13	486	249.70
4	14	490	257.90

Étain.	Plomb.	Fondent à la température de	
Parties.	Parties.	Thermomètre de Fahrenheit.	Thermomètre centigrade.
4	15	494°	254°.10
4	16	498	256.30
4	17	502	258.50
4	18	505	260.15
4	19	509	262.35
4	20	512	264.00
4	21	315	265.65
4	22	517	266.75
4	23	518	267.20
4	24	519	267.75
4	25	520	268.20
4	26	523	269.85
4	27	525	270.15
4	28	527	271.15
4	29	529	273.35
4	30	530	273.90
4	32	532	275.00
4	34	535	276.65
4	36	538	278.30
4	38	540	279.40
4	40	542	280.50
4	42	544	281.60
4	44	546	282.70
4	46	548	283.80
4	48	550	284.90
4	50	551	285.45
4	52	552	286.00
4	54	554	287.10
4	56	555	287.65
4	58	556	288.20
4	60	557	288.75
4	62	557	288.75
4	64	557	288.75
4	66	557	288.75
4	68	557	288.75
4	70	558	289.20
Nota. Le plomb seul fond à . .		612°.	319°.

N°. III.

Nouveau Tableau de la composition des bains métalliques pour l'usage des couteliers.

Nos	Objets a tremper.	Plomb.	Étain.	Température de	
				Fahrenheit.	th. centigrade.
1	Lancettes.	7	4	420°	213°.40
2	Autres instrumens de chirurgie.	$7\frac{1}{2}$	4	430	221.11
3	Rasoirs	8	4	442	225.50
4	Canifs et quelques instrumens de chirurgie.	$8\frac{1}{2}$	4	450	232.22
5	Grands canifs, scalpels, ciseaux *froids*, etc.	10	4	470	240.90
6	Forces, cisailles, outils de jardinage, etc.	14	4	490	251.90
7	Haches, cognées, planes, couteaux de poche, etc.	19	4	509	262.35
8	Couteaux de table, grands ciseaux, etc.	30	4	530	273.90
9	Épées, ressorts de montres, etc.	48	4	550	284.90
10	Grands ressorts, poignards, tarières, petites scies, etc.	50	4	558	289.20
11	Scies de menuisier et à main, et quelques ressorts, etc.	huile de lin bouillante.		600	312.40
12	Divers articles qui exigent une trempe plus douce.	Plomb fondu.		612	319.00

En faisant mes expériences, j'ai observé quelques anomalies dignes d'être remarquées. En parcourant le tableau N°. 2, on y verra que l'étain

seul fond à 440° F; mais un mélange à parties égales de ces deux métaux devient fusible à 372° (187° C.), et par la seule addition d'une partie d'étain, cet alliage se fond à 352° (176° C.). Si on y ajoute encore de l'étain (1 partie), il se fondra à 336° (167° 20); mais au-delà chaque addition d'une partie d'étain (quoique ce métal soit plus fusible que les deux autres) rend l'alliage de plus en plus infusible. Dans le tableau N°. II, j'ai commencé avec étain 4 et plomb 4; mais au lieu d'augmenter la dose d'étain, comme dans la première série, j'augmentai celle du plomb à chaque expérience, et il en résulta, comme je m'y étais attendu, une augmentation de température par chaque addition de ce métal, jusqu'au 557° F. (288°75 C.), degré où l'on peut remarquer qu'alors les additions n'opèrent aucun changement dans la fusibilité du composé: ayant mis 70 de plomb avec 4 d'étain, je fus fort surpris de voir que le point de fusion était encore à 557° F. (288° 75); enfin je fis un mélange de 100 parties de plomb et de 5 d'étain, et alors le degré de fusion fut au-dessous de 558° F. (289° 20); au lieu qu'en retranchant les parties d'étain, et en plongeant le thermomètre dans le plomb seul, le métal ne recommençait à se figer qu'au moment où le mercure était descendu à 612° F.

Je crois devoir faire observer en terminant que la différence que nous voyons dans les points de fusibilité du plomb ne peut être attribuée qu'à l'impureté du métal qu'on employait. C'est ainsi que Newton la porte à 548 F., Lewis au même point, Morveau à 590°, Kirwan à 594°, Dalton à 610° et Crichton à 612 F. (319° C.),

son véritable point. Pour ne pas être exposé à ces erreurs, je me suis servi de plomb, que j'ai moi-même revivifié de la litharge, et je puis certifier qu'alors il n'est pas fusible à 512° F. (319° C.)

Je dois prévenir ceux qui adopteront l'emploi des bains métalliques pour la trempe des instrumens tranchans, qu'il faut les faire chauffer dans des vases en fonte de fer de grandeur et forme différentes, suivant la nature des instrumens à tremper. Il serait bon d'en avoir deux placés l'un contre l'autre, dans le corps d'un fourneau, avec des registres, pour intercepter à volonté la communication du feu, afin de pouvoir, pendant qu'on trempe l'un, faire chauffer l'autre.

Cette méthode de tremper les instrumens tranchans présente plusieurs avantages. 1°. Il n'y a, par ce moyen, aucune incertitude sur le degré de température qu'on doit leur donner, car quand une fois l'ouvrier aura reconnu lequel des bains métalliques convient à l'espèce d'instrument qu'il veut tremper, il n'a plus qu'à les ranger en file sur la surface du métal solide et à allumer le feu pour le faire liquéfier; mais il faut bien faire attention qu'aussitôt que la surface du métal commence à se liquéfier, il doit enlever promptement tous les instrumens pour les plonger dans l'eau froide, parce qu'alors ils ont tous également acquis la même température. 2°. Il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, lorsque les instrumens ont le dos épais, de leur donner, par l'ancienne méthode, une température égale par-tout, car souvent le tranchant est trop chaud et éprouve même des altérations avant que les autres parties soient suffisamment et régulièrement échauffées. Le nou-

veau procédé des bains métalliques serait aussi d'un avantage incalculable pour la trempe des grandes limes et des râpes, qu'il faut laisser fort long-temps dans le feu avant qu'elles soient également échauffées dans toutes leurs parties. On peut dire qu'il n'y a pas d'instrumens, excepté les plus grands, tels que socs, doloires, etc., qu'on ne puisse tremper avec beaucoup plus de certitude par le moyen des bains métalliques que par les anciens procédés en usage.

On croit généralement, dit M. Rhodes (1), que dans le procédé de la trempe, si on a trop chauffé l'acier avant son immersion, il est nécessaire de lui donner une seconde fois un excès de température pour le ramener à son degré de dureté convenable, et qu'on ne peut sans cela en faire un bon instrument tranchant; mais je dois dire que c'est un très-mauvais moyen que de vouloir réparer un inconvénient par un autre, car pour peu qu'on veuille se donner la peine d'y réfléchir, on verra qu'il est tout-à-fait vicieux et qu'il a produit une grande quantité de mauvaise coutellerie. On peut avancer en toute sûreté : *que la plus basse température possible à laquelle on trempe l'acier est sans contredit la meilleure*, et que la dépasser en aucune manière, c'est altérer essentiellement ses plus grandes propriétés. En effet, l'acier qui a subi une forte température se raréfie, n'a plus le grain compacte, ni fin; il est si susceptible d'altération au moindre degré de cha-

(1) *Essai sur la fabrication des rasoirs*, par M. Rhodes. Sheffield. in-8°. 1809.

leur, que, pour peu qu'il en éprouve, il est impossible d'en faire un bon instrument tranchant. On voit donc, d'après ces observations, qu'aucun degré de température ne peut rendre à l'acier, qui a été ultrà chauffé, les quantités qu'il a perdues. Nous voyons, malgré cela, beaucoup d'ouvriers faire sans nulle attention cette opération si délicate, s'imaginant toujours pouvoir réparer leur négligence par le mauvais moyen dont nous venons de parler.

Moyen d'adoucir l'acier.

On sait bien que l'acier n'acquiert de la dureté par la trempe qu'autant qu'il a été chauffé au rouge avant son immersion dans l'eau. Mais beaucoup de personnes ignorent que *l'acier chauffé un peu au-dessous du terme où il se trempe s'adoucit par cette même opération de la trempe*, et que ce procédé pour lui donner le recuit est beaucoup supérieur aux méthodes ordinaires, tellement que le métal se travaille bien plus aisément à la lime et au burin, et qu'il est sans pailles ni points durs. Ce procédé ne le détériore nullement, et il abrège l'opération. Les ressorts ordinaires sont trempés et recuits par deux opérations distinctes : on les chauffe d'abord au degré convenable, puis on les trempe dans l'eau ou dans l'huile, etc., et ensuite on les adoucit ou on les recuit en les chauffant peu-à-peu jusqu'à ce que leur surface (qu'on a bien nettoyée) présente une suite de couleurs qui annoncent les divers

degrés de dureté perdue; quelquefois on opère cuit en allumant sur le ressort l'huile dans laquelle on l'a préalablement trempé. On peut faire ces deux opérations à-la-fois de la manière suivante : Pour chauffer l'acier au degré convenable, il faut le plonger dans un bain métallique composé d'un mélange de plomb et d'étain, tel à-peu-près que la soudure des plombiers : ce mélange est chauffé au degré convenable à la trempe, par un fourneau sur lequel il repose dans un vase de fonte de fer ; il y a dans ce bain un pyromètre qui indique la température. Ainsi on trempe et l'on recuit à-la-fois l'acier sans qu'il se courbe ou se gerce dans le procédé.

Il serait à propos de chauffer l'acier à tremper dans un bain de plomb chauffé au rouge, avant de le tremper dans le second bain métallique destiné à le recuire. Il serait chauffé plus uniformément et moins exposé à l'oxidation.

(Th. Gill. *Ext. des Annals of philosoph.* juillet 1818.)

Sur les Traités de Cristallographie et de Minéralogie de M. l'Abbé Haüy.

Par M. Tremery, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

En donnant, dans ce Recueil, un extrait de la troisième édition de la *Physique* de M. l'abbé Haüy (1), nous avons annoncé que ce savant ferait bientôt paraître un *Nouveau Traité de Cristallographie*, et que la seconde édition de sa *Minéralogie*, à laquelle il travaillait depuis vingt ans, était presque entièrement terminée. Ces deux ouvrages, dont le public a déjà pu apprécier tout le mérite, ajouteront encore, s'il est possible, à la réputation de leur célèbre auteur. Les minéralogistes y trouveront tout ce qui jusqu'ici a été le mieux écrit et le plus approfondi sur une science que M. l'abbé Haüy a créée, et qui portée par lui au plus haut degré de perfection, est si différente de ce qu'était la minéralogie, au temps où il a commencé à l'enrichir de ses belles découvertes.

Dans le premier des traités que nous annonçons, celui de cristallographie (2), on trouvera tous les résultats des recherches auxquelles l'auteur s'est livré pendant près de quarante ans, et qui ont donné une si grande extension à la théorie des formes cristallines.

Ce traité est divisé en quatre parties. Dans la première, la partie synthétique, M. l'abbé Haüy, en associant le simple raisonnement aux projections des formes des cristaux, s'est attaché à rendre sensible aux yeux ce que la théorie montre à l'esprit. Dans la seconde, la partie analytique, il a donné l'exposé des formules et de leurs usages, soit pour déterminer les formes cristallines relatives à une même espèce, et pour les lier les unes avec les autres et avec la forme primitive dont elles dérivent, soit pour faire ressortir les propriétés géométriques émanées de leurs dimensions et de leur structure. Le but que l'auteur s'est proposé dans la troisième partie, a été de donner un grand développement aux consi-

(1) *Annales des Mines*, vol. VI, pag. 597.
(2) Deux vol. in-8°., et un atlas in-4°. de 84 planches.

dérations sur lesquelles est fondée la préférence que la cristallographie mérite d'obtenir, pour fournir des points fixes aux espèces, comme étant la seule science dont les résultats, liés étroitement à la forme invariable des molécules intégrantes, se dérobent à l'influence des causes accidentelles qui altèrent l'unité de composition. Enfin, dans la quatrième partie, M. l'abbé Haüy a exposé la méthode qui lui a paru la plus simple pour tracer les projections des formes des cristaux, de manière que ces sortes de portraits représentassent, le plus fidèlement qu'il serait possible, les objets qui auraient servi de modèles.

Le second traité, celui de minéralogie (1), doit être considéré comme un ouvrage tout nouveau. Il diffère essentiellement de l'édition qui a été publiée en 1801, non-seulement par rapport aux découvertes qui ont été faites depuis cette époque, mais aussi par la manière neuve dont les objets y sont traités, et par un grand nombre de changemens et d'additions, qui sont le fruit d'un travail assidu, constamment couronné des plus heureux succès.

La méthode de l'auteur est trop bien connue, pour qu'il soit nécessaire de la développer et de revenir sur les avantages qu'elle présente. Il nous suffira de dire, que M. l'abbé Haüy n'a rien omis pour la perfectionner et la mettre au niveau de l'état actuel de la science, en profitant des résultats amenés par les observations les plus récentes. Nous ajouterons que la seconde édition de sa *Minéralogie* offre encore un ensemble plus complet et mieux ordonné que la première. Les détails eux-mêmes ont été retouchés avec un soin extrême, et la partie descriptive a aussi gagné de nouveaux degrés de perfection. L'esprit de méthode et d'analyse se fait par-tout remarquer : il a présidé à l'énumération des variétés de chaque espèce, et sur-tout à l'indication de leurs gisemens. Des développemens intéressans ont été ajoutés aux articles qui font connaître l'histoire de chaque minéral, ses propriétés et ses usages. L'ouvrage est terminé par une distribution minéralogique des roches, dont les bases sont exposées avec tous les détails convenables (2).

(1) Quatre vol. in-8°., et un atlas in-4°. de 110 planches.

(2) L'auteur avait déjà, en 1809, tracé le plan de cette distribution, dans son *Tableau comparatif des résultats de la Cristallographie et de l'analyse chimique relativement à la classification des minéraux.*

M. l'abbé Haüy n'a traité que d'une manière très-succincte de la cristallisation. Les personnes qui cultivent la minéralogie par goût lui sauront gré, sans doute, d'avoir distrait de cette seconde édition tout ce qui a rapport aux lois de la structure des cristaux et à la détermination des espèces minérales, et d'en avoir fait, ainsi que nous l'avons déjà dit, l'objet d'un ouvrage spécial. De cette manière, il a été conduit à élever la théorie des formes cristallines à ce degré de généralité d'où dérivent ces formules analytiques, si bien assorties au véritable esprit des sciences, à l'aide desquelles une multitude de faits, qui diffèrent en apparence les uns des autres, viennent se ranger autour d'un fait unique, qui leur sert comme de ralliement. Cependant, le *Traité de Cristallographie*, qui renferme toute la philosophie de la science, est étroitement lié à celui de *Minéralogie*, auquel il doit servir tout-à-la fois d'introduction et de complément. Aussi, ces deux ouvrages n'en formeront-ils qu'un seul pour tous ceux qui se proposeront d'étudier la minéralogie avec succès. Ils y puiseront des connaissances solides, qui les mettront à portée de remplir, eux-mêmes, les cadres de la méthode de l'auteur, à mesure qu'il se présentera de nouvelles espèces à déterminer.

La seconde édition du traité dont il s'agit était depuis long-temps attendue avec une si vive impatience, que l'auteur, pour se rendre aux désirs de tous les minéralogistes, avait enfin pris le parti de la faire paraître, de deux mois en deux mois, par volumes séparés, avec les planches nécessaires pour l'intelligence du texte.

Le premier volume était à la veille d'être livré au public, lorsque M. l'abbé Haüy fut si malheureusement enlevé aux sciences, à sa famille, à ses amis et à ses élèves, qui le chérissaient autant qu'ils l'admiraient. Toutes les circonstances semblent s'être réunies pour augmenter nos regrets, et nous rendre plus douloureuse la perte bien grande que nous avons faite. Pourquoi faut-il que le moment où il met le sceau à son plus bel ouvrage, soit marqué pour être celui qui le sépare de nous à jamais ? Nous ne pouvons lui donner aucun témoignage de notre reconnaissance : il ne peut entendre les nouveaux éloges qu'il a si bien mérités, et que sa modestie aurait encore repoussés.

Quoique les deux traités dont nous venons de parler, ainsi que celui de physique que nous avons déjà annoncé, soient, en grande partie, les résultats de travaux entrepris à une époque où l'auteur était affaibli par l'âge et par les infirmités

qui en ont été la suite ; quoique ces ouvrages, dont un seul suffirait pour faire la réputation d'un homme, soient les derniers par lesquels s'est terminée une longue carrière, si glorieusement remplie ; néanmoins, on y retrouvera cette force de génie et de raisonnement, cet esprit de recherche et d'observation, cette pureté et cette élégance de style, qui font de tous les écrits de M. l'abbé Haüy, autant d'excellens modèles à suivre.

Il ne peut entrer dans notre sujet de faire de cet article une notice nécrologique ; mais qu'il nous soit permis d'ajouter ici qu'indépendamment des ouvrages importans que nous devons à l'auteur, il a composé un grand nombre de mémoires, qui font l'ornement de nos recueils scientifiques : d'un autre côté, il servait encore utilement les sciences, en les enseignant lui-même avec une telle supériorité, qu'il sera toujours cité comme un de nos meilleurs professeurs. Tous ses momens étaient si bien comptés, et distribués avec tant d'ordre, qu'il trouvait aussi le temps, dans des conférences particulières, de donner à de jeunes minéralogistes des leçons, dans lesquelles il prenait la peine de lever, avec une rare complaisance, les difficultés qui pouvaient les arrêter.

Le travail était un véritable besoin pour M. l'abbé Haüy : même dans les derniers temps, toutes ses idées étaient toujours tournées vers les sciences, qui avaient fait le bonheur de sa vie. Il s'en occupait avec un calme et une sérénité d'esprit qui excitaient l'admiration des personnes qui l'entouraient. Étendu sur son lit de douleur, il corrigeait encore les épreuves de sa *Minéralogie*, il revoyait ses manuscrits. On pourra dire de lui, comme du célèbre Euler : Il a, presque au même moment cessé de travailler et de vivre. Tous ceux qui ont approfondi ses ouvrages ; tous ceux qui ont eu l'avantage inappréciable de l'entendre ; tous ceux qui ont été assez heureux pour être appelés à le connaître et à recevoir des témoignages de son affection, aimeront et éprouveront une bien douce jouissance, à répéter avec nous : Par ses écrits, il a agrandi le domaine des sciences ; par ses leçons, il a illustré nos écoles ; par l'amour qu'il portait à ses élèves, par les soins et par les conseils qu'il leur donnait avec tant de bonté, il a attaché à son nom une gloire impérissable.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

Sur M. GRANDIN, *Ingénieur des Mines.*

HENRI-PIERRE-FÉLIX GRANDIN, ingénieur au Corps royal des Mines, fils d'un fabricant distingué d'Elbœuf, était né dans cette ville le 17 juillet 1787. Il fit ses premières études à l'École centrale de Rouen, et les continua aux Écoles centrales de Paris, où il acquit des connaissances assez étendues dans les différentes branches de l'histoire naturelle. Il fut admis, en octobre 1805, à l'École Polytechnique, et deux ans après à l'École des Mines, qui était alors placée à Moutiers (département du Mont-Blanc.)

La santé de M. Grandin avait été faible depuis sa naissance ; elle s'affaiblit encore pendant son séjour en Savoie, et l'obligea, après sa nomination comme aspirant en décembre 1810, de passer plus d'un an à Paris pour se rétablir. En 1812, il fut attaché au service des Mines dans les département qui formaient alors la douzième division minéralogique, et placé en résidence à Mons (département de Jemmapes) ; il s'y fit bientôt remarquer par un zèle infatigable et par un courage qui faillit lui devenir funeste. Chargé de visiter les houillères des environs de Charleroy, où de fréquentes détonations de gaz hydrogène compromettaient souvent la vie des ouvriers, il voulut, dans l'une des mines où l'air circulait mal, pénétrer, malgré le danger imminent de cette reconnaissance, jusqu'aux endroits où il présumait avec raison que les conduits d'airage étaient dégradés. Il trouva en effet les parois de l'un de ces conduits à moitié renversées, et fit reconnaître la brèche par laquelle le gaz délétère s'échappait pour rentrer dans les travaux. Ce gaz prit feu à la lumière de M. Grandin, qui, se jetant aussitôt par terre, dut à cette précaution de ne pas perdre la vie ; mais il eut le visage et les mains fortement brûlés, et il porta pendant long-temps les marques de cet accident.

En août 1814, M. Grandin fut envoyé à Sarrebrück, et chargé de la direction de la mine de houille qui dépendait de l'École pratique des Mines de la Sarre. Il s'y trouva collègue de M. l'ingénieur Brédif, sous-directeur de cette École, avec lequel il devait avoir, peu d'années après, une triste conformité de destinée. Nommé ingénieur, en février 1815, M. Grandin fut, au bout de quelques mois, placé en résidence dans le département du Calvados, d'abord à Bayeux, puis à Caen, et chargé du service des mines dans les départemens du Calvados, de la Manche et de l'Orne. Rapproché ainsi de sa famille et de son pays, et se livrant avec plaisir comme avec succès à des recherches géologiques, dans les momens de liberté que lui laissaient ses fonctions, il se trouvait heureux de sa position. Il accepta cependant sans hésiter la proposition qui lui fut faite, en mai 1818, d'aller au Sénégal, pour remplacer, comme membre de la commission d'exploration de cette colonie, M. Brédif, que la mort y avait moissonné quelques mois après son arrivée. M. Grandin fut, à cette occasion, nommé ingénieur de première classe le 1er. juin. Il partit de Lorient le 8 juillet 1818, et arriva à l'île Saint-Louis, après une traversée de vingt-deux jours. Une expédition pour le haut Sénégal était prête à partir; il fut décidé que M. Grandin n'en ferait pas partie, et qu'il resterait à Saint-Louis pour s'acclimater jusqu'à l'année suivante.

Pendant ce séjour au chef-lieu de la colonie, M. Grandin fut successivement chargé par l'Administration de divers travaux relatifs à la fabrication de la chaux et des briques, ainsi que du lever du plan général de l'île Saint-Louis, plan qui n'avait pas encore été fait. Il s'occupa en même temps d'observations géologiques sur la côte d'Afrique, et sur les bords du Sénégal, qu'il remonta jusqu'à Podor, c'est-à-dire pendant cinquante ou soixante lieues.

En septembre 1819, on voulut envoyer une nouvelle expédition dans le pays de Galam. M. Grandin et M. Oblet, capitaine au Corps royal du Génie, furent chargés de la partie scientifique de ce voyage; ils devaient remplacer à Bakel (établissement français situé à 200 lieues de la mer, sur la frontière des pays de Galam et de Bondou), M. De Chastelus, ingénieur-géographe, qui avait succombé, en décembre 1818, à des fatigues que le climat permet rarement de supporter; mais les habitans du pays s'opposèrent à ce que les bâtimens

français remontassent au-delà de Saldé; la saison était trop avancée et les eaux du fleuve déjà trop basses pour qu'on pût forcer le passage et continuer sa route en état de guerre; on revint donc à Saint-Louis.

Au commencement de 1820, M. Grandin fut chargé de faire une reconnaissance générale de tous les environs de Saint-Louis, et spécialement de tous les points susceptibles d'être mis en état de défense; il fit ensuite un voyage à Gorée, où il séjourna quelque temps, et plusieurs courses minéralogiques sur les côtes du cap Vert, de la baie de Rufisque et du cap de Naze.

Nommé par S. Ex. le Ministre de la marine chef de la commission d'exploration qui était recomposée pour la troisième fois, M. Grandin repartit pour le haut Sénégal en août 1820, et arriva heureusement à Bakel, où il a séjourné pendant un an. Les guerres continuelles qui avaient lieu entre les différentes peuplades du pays, l'ont empêché de visiter les mines d'or des pays de Bondou et de Bambouk, ainsi qu'il en avait été chargé; il a dû se borner à faire des excursions peu éloignées dans le pays de Galam; mais il a rendu ses courses très-utiles à la colonie, en découvrant des gisemens abondans de pierres calcaires dont on manquait jusqu'alors pour les constructions de Bakel, et en y rédigeant une instruction détaillée sur la construction et la conduite des fours à chaux.

Cependant la santé de M. Grandin dépérissait: découragé par les obstacles qui semblaient se renouveler sans cesse pour l'empêcher d'atteindre le but principal de son voyage, il désirait revenir en Europe. Il en reçut l'ordre en août 1821; il arriva à St.-Louis un mois après, et il se disposait à s'embarquer pour la France, lorsqu'une fièvre adynamique l'enleva en peu de jours, le 16 novembre 1821.

M. Grandin avait envoyé à M. le Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines, pendant son séjour au Sénégal, plusieurs mémoires et rapports, dont les principaux sont:

1°. Une Notice sur la nature des terrains traversés par le fleuve du Sénégal, depuis son embouchure jusqu'à Podor;

2°. Un Rapport, extrait de ses notes et de celles de M. l'in-

génieur Brédif, sur la nature des rives du même fleuve jusqu'à Saldé;

3°. Un Mémoire sur la fabrication des briques et de la chaux à Saint-Louis ;

4°. Des Observations sur les travaux d'exploration à faire sur les rives du Sénégal et aux environs de ces rives ;

5°. Des Observations géologiques sur la partie de la côte d'Afrique située entre le cap Naze et la baie d'Yof, comprenant la presqu'île du cap Vert;

6°. Un Rapport sur la nature des substances minérales existantes en grandes masses à Bakel et dans le pays de Galam ;

7°. Un Rapport sur l'exploitation et la fabrication de la chaux dans le haut Sénégal.

M. Grandin avait aussi transmis en 1820, à la collection minéralogique de l'École royale des Mines, une collection d'environ trois cents échantillons des substances minérales recueillies par lui dans ses premiers voyages, c'est-à-dire sur les côtes, ou à peu de distance de la mer.

Il semble résulter de la partie géologique de ces divers documens les indications suivantes :

Le fleuve du Sénégal coule dans une plaine large, basse, souvent inondée, dont le sol est formé d'un sable quelquefois ferrugineux et mêlé d'argile, d'une nature tout-à-fait différente de celle des dépôts limoneux que les débordemens du fleuve accumulent chaque année.

Le sol de la côte du cap Vert et de Gorée présente trois terrains différens : le plus inférieur est un calcaire d'aspect assez analogue à celui de la craie, renfermant des silex en masses résiniformes, disposés suivant des plans parallèles aux couches. M. Grandin regarde ce calcaire comme semblable à celui qui est connu dans le Calvados sous le nom de *calcaire de Caen*, et qui paraît se rapporter aux assises supérieures de la grande formation dite *calcaire du Jura*. Sur le calcaire, on observe çà et là des lambeaux d'un dépôt de terrains basaltiques, formé le plus souvent de roches friables, et qui présente quelquefois des caractères évidens d'une origine ignée. Enfin, au-dessus du tout, on trouve une roche arénacée ferrugineuse, en général plus solide, renfermant beaucoup de fragmens de roches volcaniques, et quelquefois fortement chargée de fer, de manière à être employée comme minerai. M. Grandin pense que c'est de cette roche que les Maures et les Pouls retirent le fer qu'ils fabriquent dans de

petites forges ambulantes, dont on trouve fréquemment des résidus dans le pays ; il pense aussi que le minerai de fer rapporté par M. Mollien est de même nature.

En remontant le Sénégal, on trouve à quelque distance de ses bords, principalement sur la rive droite, des terrains analogues aux deux terrains supérieurs indiqués ci-dessus. A environ 80 lieues de la mer, ces terrains forment de nombreuses montagnes terminées par des cônes ou des plateaux d'une hauteur à peu près constante, et qui s'étendent indéfiniment pour l'œil vers l'est, vers l'ouest et vers le nord.

M. Brédif regardait les deux formations comme ayant une origine ignée, et il était porté à attribuer à la destruction de ces *grès volcaniques* les sables des immenses déserts de l'intérieur du continent africain, sables dont tous les élémens se retrouvent, dit-il, dans la composition des mêmes grès.

Aux environs de Bakel et dans le pays de Galam, le sol est beaucoup plus ancien, et semble appartenir à la classe des terrains intermédiaires : il est formé sur-tout de *quarz compacte* ou *grenu*, quelquefois stéatiteux ou micacé, quelquefois paraissant renfermer des grains arrondis de quarz hyalin, agglutinés par un ciment de quarz compacte ; quelquefois, enfin, passant au jaspe ou au *kieselschiefer*, qui lui-même passe au schiste argileux. Le tout est en couches presque verticales, dirigées du nord au sud, et inclinées vers l'ouest. C'est au milieu de cette contrée, et principalement près de *Fendanka*, que M. Grandin a trouvé des roches de calcaire grenu, soit pur, soit, et le plus souvent, mêlé de veines quarzeuses en grande proportion, soit enfin mélangé intimement de silice, et devenant alors compacte. Ce calcaire renferme, sur-tout dans sa partie inférieure, de la baryte sulfatée à lames courbes, en parties disséminées.

M. Grandin a reconnu que la roche calcaire reposait sur une roche arénacée à pâte de *diabase (?)*, tendre et à fragmens parfaitement arrondis, presque tous de quarz hyalin gras, quelquefois de pegmatite ou granite graphique, et qu'elle était recouverte par un schiste passant au *kieselschiefer*. La stratification du tout lui a paru *concordante*.

L'Administration des Mines n'a reçu aucun échantillon des diverses roches recueillies par M. Grandin dans le pays de Galam ; cela est d'autant plus à regretter, que les indications renfermées dans ses dernières lettres présentent ce pays comme fort intéressant sous le rapport géologique, et que nous

croyons qu'elles sont les premières qui aient fait connaître des terrains anciens dans la partie occidentale de l'Afrique équatoriale.

Les observations géognostiques sont bien difficiles à faire dans une contrée où l'ardeur du climat détruit les forces et la santé, où d'ailleurs le voyageur, ayant sans cesse à craindre pour sa sûreté, est obligé de restreindre beaucoup ses excursions, où enfin une prévention superstitieuse des indigènes l'empêche fréquemment de recueillir des roches, souvent même de les casser, et le force quelquefois impérieusement de rapporter en place les fragmens qu'il avait pu d'abord dérober à leur surveillance.

Les renseignemens entièrement neufs que M. Grandin avait recueillis sur la géologie du Sénégal prouvent donc autant son zèle que ses connaissances, et ils doivent augmenter les regrets que sa perte a causés à ses chefs, à ses camarades, et à tous les amis des sciences.

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA FIN DU SECOND TRIMESTRE DE 1822, ET LE TROISIÈME DE CETTE MÊME ANNÉE.

Verrerie de Luxey.

Ordonnance du 8 mai 1822, portant que le sieur Jean-Antoine de Noyers Larroque, *est autorisé à conserver et tenir en activité la verrerie qu'il possède en la commune de Luxey (Landes), et que cette verrerie est et demeure fixée, conformément aux plans joints à la demande, en un four à neuf creusets pour fondre et affiner, et une arche pour recuire le verre.*

Verrerie de Sore.

Ordonnance du 15 mai 1822, portant que la dame Jeanne Verbigier, *veuve du sieur* Moucant, *est autorisée à conserver et tenir en activité la verrerie qu'elle possède en la commune de Sore (Landes), et que cette verrerie est et demeure fixée, conformément aux plans fournis par l'impétrante, en un four à huit creusets pour fondre et affiner, et en une arche pour recuire le verre.*

Verrerie de Richet.

Ordonnance du 15 mai 1822, portant que le sieur Caplane *est autorisé à conserver et tenir en activité la verrerie qu'il possède en la commune de Richet (Landes), et que cette usine est et demeure fixée, conformément aux plans fournis, en un four à neuf creusets, pour fondre et affiner le verre, et en une arche pour le recuire.*

Mines de plomb de Chabrignac.

Ordonnance du 29 mai 1822, portant concession des mines de plomb sulfuré de Chabrignac (Corrèze).

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Il est fait concession au sieur Jacques-André Devals, des mines de plomb sulfuré de Chabrignac, département de la Corrèze, sur une étendue de sept kilomètres carrés, trente-quatre hectares, limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan ci-joint, savoir :

Au nord, par une ligne droite tirée du clocher de Juillac à la maison principale de l'habitation du Bas-Semblat;

A l'ouest, par une ligne droite du Bas-Semblat à l'habitation du Chassan, et de là, par une autre ligne droite au clocher de la forêt;

Au sud, par une ligne droite menée du clocher de la forêt à la maison la plus méridionale du hameau de la Brunetie;

Enfin, *à l'ouest*, par une dernière ligne droite tirée du hameau de Brunetie au clocher de Juillac, point de départ.

Art. II. Dans le cours des trois mois qui suivront la date de notre présente ordonnance, le concessionnaire fera planter, à ses frais, des bornes en pierre aux coins des habitations du Bas-Semblat, du Chassan et de la Brunetie, qui sont désignées comme sommets d'angles du périmètre de la concession dans l'article précédent. Cette opération sera exécutée, à la diligence du préfet, en présence de l'ingénieur des Mines, qui en dressera procès-verbal.

Art. III. L'impétrant se conformera aux clauses et conditions du cahier des charges qu'il a souscrit, et qui est annexé à la présente ordonnance comme condition essentielle de la concession.

Nota. Les articles suivans, que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Bocard de Chenesonval.

Ordonnance du 5 juin 1822, portant autorisation de tenir en activité un bocard situé sur le ruisseau de Chenesonval (Haute-Marne).

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. Ier. Le sieur Denis-Simon Caroillon de Vandeuil est autorisé à conserver et à tenir en activité le bocard qu'il possède sur le ruisseau de Chenesonval, commune de Poissons, département de la Haute-Marne, à l'emplacement indiqué au plan général joint à la présente ordonnance, et à y ajouter un patouillet pour la préparation complète du minerai de fer. Ce patouillet devra être en activité sous le délai de six mois.

Art. II. L'impétrant pourra augmenter de trois mètres la hauteur actuelle de la retenue du bocard, en sorte que cette hauteur d'eau, qui est actuellement d'un mètre trente centimètres, sera portée à quatre mètres trente centimètres pardessus le seuil Bayard, sans que toutefois la nouvelle retenue puisse faire refluer les eaux, à moins d'un mètre de hauteur, en contre-bas du fond du ruisseau, pris immédiatement audessous du pont.

Art. III. Afin de constater, à l'avenir, les changemens qui pourraient se faire abusivement dans la hauteur de cette retenue, il sera posé, à proximité des vannes, une borne en pierre de taille, solidement scellée dans un massif de maçonnerie : cette borne, qui sera de forme triangulaire, arrondie à son extrémité supérieure, aura un mètre cinquante centimètres de largeur, dont la moitié sera incrustée dans ledit massif, et l'autre moitié saillante au-dessus du sol.

Art. IV. Les travaux achevés, il en sera, aux frais de l'impétrant, dressé par les ingénieurs des Ponts et Chaussées et des Mines, chacun en ce qui le concerne, procès-verbal, dan lequel il sera fait mention expresse de la hauteur de la borne relativement à la retenue des eaux. Ces procès-ver-

baux, signés du propriétaire et visés par le préfet de la Haute-Marne, resteront annexés aux plans précités : deux expéditions sighées par les ingénieurs et visées par le préfet, seront déposées l'une, à la Direction générale des Ponts et Chaussées et des Mines, l'autre, à la préfecture du département.

ART. V. L'impétrant devra, sans pouvoir réclamer aucune indemnité, donner passage dans son bief aux vases et sédimens qui descendront des lavoirs supérieurs.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

Verrerie de Canet.

ORDONNANCE du 12 juin 1822, portant que le sieur Pons Grimblot *est autorisé à maintenir la verrerie qu'il possède au pont de la rivière d'Aille, commune de Canet, près le Luc (Var), et que cette verrerie est déterminée conformément aux plans fournis, ainsi qu'il suit; savoir, un four à douze pots pour fondre et affiner le cristal, le verre blanc, la gobeletterie et le verre à vitre; trois fourneaux pour étendre le verre à vitre, et quatre autres pour recuire la gobeletterie.*

Usine à fer de Chuasti.

ORDONNANCE du 19 juin 1822, portant autorisation de convertir le moulin à blé de Chuasti (Basses-Pyrénées), en une usine à fer.

LOUIS, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Le sieur Joseph Marassé est autorisé à convertir le moulin à blé qu'il possède au lieu dit de Chuasti, commune de Saint-Pée, département des Basses-Pyrénées, en une usine propre à traiter de vieux fers, de vieilles fontes, ainsi que les minerais de fer qu'il pourra se procurer.

ART. II. Cette usine sera composée, conformément au plan joint à la demande, d'un feu d'affinerie, d'une chaufferie de forge à bras, et de deux gros marteaux, dont le poids ne pourra excéder, pour l'un, deux quintaux métriques, et pour l'autre, un quintal métrique.

ART. III. La durée de la présente permission est fixée à vingt années, à partir de ce jour, conformément à la demande.

ART. IV. Il ne sera rien changé à la hauteur de la prise d'eau du moulin, et la hauteur du barrage demeurera fixée à deux mètres au-dessous de la sablière du toit du bâtiment principal.

ART. V. L'ingénieur des Ponts et Chaussées dressera procès-verbal de la vérification des ouvrages relatifs au cours d'eau après leur achèvement. Expéditions de ce procès-verbal seront déposées aux archives de la préfecture et à celles de la commune de Saint-Pée, pour y avoir recours au besoin, et il en sera donné avis à notre Directeur-général des Ponts et Chaussées et des Mines.

ART. VI. L'ingénieur des Mines constatera de même l'état des ouvrages relatifs aux fourneaux, machines et marteaux, après leur achèvement.

ART. VII. L'impétrant mettra son usine en activité dans le délai de six mois, et il ne la laissera pas chômer, sans cause reconnue légitime par l'Administration.

ART. VIII. Il ne pourra employer d'autres minerais provenant du territoire français, que ceux qui auraient été extraits de gîtes régulièrement concédés, ou qui auraient fait l'objet de permissions, conformément aux dispositions de la loi du 21 avril 1810.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

Martinet de Pignans et de Carnoules.

ORDONNANCE du 19 juin 1822, portant que les héritiers du sieur Barry *sont autorisés à maintenir en activité le martinet à cuivre qu'ils possèdent dans les communes de Pignans et Carnoules (Var), et que la consistance de cette usine est déterminée ainsi qu'il suit, savoir: un fourneau de fusion, une chaufferie, un martinet mu par une roue hydraulique, et quatre tuyaux de trompe.*

Usine à fer de Moncley.

Ordonnance du 3 juillet 1822, portant autorisation de conserver en activité l'usine à fer de Moncley (Doubs).

Louis, etc, etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Le marquis de Terrier-Santans est autorisé à conserver en activité: 1°. les deux feux de forges et le gros marteauqu'il possède, en la commune de Moncley, département du Doubs; 2°. le laminoir qui a été établi en remplacement de la fenderie qui existait anciennement; le tout conformément au plan joint à sa demande.

Art. II. L'impétrant est et demeure tenu de ne jamais consommer de bois pour cette dernière usine.

Art. III. Il se conformera exactement aux clauses et conditions énoncées au cahier des charges par lui souscrit, le 17 mai 1819, et qui demeurera annexé à la présente ordonnance.

Nota. Les deux derniers articles, que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Cahier de charges relatif à la maintenue de l'usine à fer de Moncley.

Art. Ier. L'usine demeurera composée de deux feux d'affinerie et d'une fenderie. Le haut-fourneau anciennement existant, ne pourra être remis en activité que si les propriétaires obtiennent pour cet objet une autorisation spéciale du gouvernement.

Art. III. L'ingénieur des Mines du département dressera un procès-verbal constatant l'état actuel de l'usine, conformément aux plans fournis par l'impétrant. Expédition de ce procès-verbal sera déposée aux archives de la préfecture du Doubs, pour y avoir recours au besoin; il en sera donné avis à notre Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.

Art. IV. La hauteur de la prise d'eau demeurera telle qu'elle a été fixée, les 7 septembre et 11 octobre 1731, d'après l'arrêt du parlement de Besançon, du 9 mars de la même année. L'ingénieur des Ponts et Chaussées de l'arrondissement dressera, pour constater cette hauteur, un procès-verbal dont expéditions seront déposées aux archives de la préfecture du département et à celles de la commune de Moncley. Il en sera donné avis à notre Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.

Nota. Les articles suivans, ainsi que l'art. II, ont pour objet des mesures générales.

Haut-fourneau de Moncley.

Ordonnance du 3 juillet 1822, portant autorisation de rétablir à Moncley (Doubs) un haut-fourneau pour la fonte des minerais de fer.

Louis, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Le marquis de Terrier-Santans, propriétaire des usines à fer de Moncley, département du Doubs, est autorisé à rétablir, dans ladite commune et au lieu indiqué sur le plan joint à sa demande, le haut-fourneau pour la fonte des minerais de fer, qui faisait anciennement partie desdites usines.

Art. II. L'impétrant se conformera exactement aux clauses et conditions énoncées au cahier des charges par lui souscrit, le 12 avril 1822; ce cahier des charges demeurera annexé à la présente ordonnance.

Nota. Les deux derniers articles ont pour objet des mesures générales.

Cahier de charges relatif au rétablissement du haut-fourneau qui existait anciennement dans l'usine de Moncley.

Art. Ier. Le haut-fourneau sera rétabli dans son ancien

emplacement, côté 5 au plan général de situation de l'usine et du cours d'eau. On y fondera du minerai de fer en grains, provenant des minières les plus rapprochées. Il sera alimenté avec du charbon de bois.

ART. II. Les deux feux d'affinerie alimentés avec du charbon de bois, qui existent présentement dans l'usine, seront remplacés par deux fours à réverbère d'affinerie et le four de chaufferie qu'ils nécessitent, complétement alimentés par la houille, avec les équipages de cylindres propres à comprimer, diviser la pièce et étirer le fer. L'ordon du gros marteau sera conservé pour le cinglage.

ART. III. L'ingénieur des Mines surveillera la construction des fourneaux et machines, dont il dressera procès-verbal après leur achèvement.

ART. IV. La hauteur des eaux demeurera fixée, comme il est dit à l'article 4 du cahier de charges relatif à la maintenue de l'usine.

Les nouvelles constructions hydrauliques seront exécutées sous la surveillance de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, qui en dressera procès-verbal après leur exécution.

ART. V. Le haut-fourneau ne pourra être mis en feu qu'après la cessation du roulement des feux d'affinerie actuels, afin que les consommations considérables de charbon qu'ils exigent ne puissent avoir lieu cumulativement.

ART. VI. Le haut-fourneau et les nouveaux feux d'affinerie devront être mis en activité dans le délai de quatre ans, à partir de l'ordonnance de permission; ils seront ensuite entretenus en activité constante; ils ne pourront chômer sans cause reconnue légitime par l'Administration.

ART. VII. L'impétrant fournira au préfet, en triple expédition, dans le délai d'un an, à partir de l'ordonnance de permission, les plans, coupes et élévation de détails, sur l'échelle d'un centimètre pour mètre, des nouveaux artifices qui doivent remplacer les deux feux d'affinerie.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

Forge de Poulangy.

ORDONNANCE du 3 juillet 1822, portant qu'il est permis au sieur Jacques Henry, *propriétaire de forges, de transférer à Poulangy (Haute-Marne), et de construire sur la rivière de la Traire, dans l'emplacement représenté sur le plan général joint à sa demande, une forge dite la forge* basse, *qu'il possède au Val de Mairon, en la commune de Biesles; ladite usine est et demeure composée, conformément au plan de détail, d'un feu d'affinerie, d'un martinet et de deux roues hydrauliques.*

Houillères de Sénéchas et de Portes.

ORDONNANCE du 3 juillet 1822, portant concession des mines de houille de Sénéchas et de Portes, arrondissement d'Alais (Gard).

LOUIS, etc., etc., etc.,

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs André-Jean-François Dautun, Auguste Soustelle, François Dumazer, Alexis Boudurand, Antoine-François Robert, Deveru-Jean-Placide Dumas du Martinet-Neuf, et Antoine Bouzèges des Blachères, des mines de houille de Sénéchas et de Portes, arrondissement d'Alais, département du Gard, sur une étendue de neuf kilomètres carrés, huit hectares, limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan joint à la demande, savoir : au *midi*, du château de Portes, à l'angle nord de la Valloussière; au *couchant*, de l'angle nord de la Valloussière à l'angle sud de la Jasse; au *nord*, de l'angle sud de la Jasse à l'angle sud de Palanquis, et de ce point à l'angle occidental de Cornac; au *levant*, de l'angle occidental de Cornac au château de Portes, point de départ.

ART. II. Les impétrans feront planter, à leurs frais, dans

les trois mois qui suivront leur mise en possession, des bornes en pierre à tous les points spécifiés ci-dessus; cette opération sera faite à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur des Mines, qui en dressera procès-verbal.

ART. III. Ils se conformeront aux clauses et conditions du cahier des charges qu'ils ont souscrit et qui demeurera annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de la concession.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

Cahier des charges pour la concession des mines de houille de Portes et Sénéchas.

ART. Ier. Pour préparer l'exploitation des mines de Sénéchas et Portes, les concessionnaires feront pratiquer, sur chacune des trois couches qui se montrent au Mazendrinx sur la rive gauche de l'Auguègne, des galeries d'allongement de 1m,30 de largeur et 1m,60 de hauteur, prises au niveau de cette rivière, et auxquelles on donnera une légère pente ascendante pour favoriser la fuite des eaux.

ART. II. Ils feront établir dans le territoire de Lapétit une galerie d'écoulement, qui devra traverser, au point le plus bas possible, les trois couches de houille connues au jour sur la rive droite de l'Auguègne. Le point de départ et la direction de cette galerie seront ultérieurement déterminés par le Ministre de l'intérieur, d'après le résultat des travaux de reconnaissance qui doivent être entrepris, à ce sujet, sous la surveillance de l'ingénieur des Mines du département.

ART. III. L'arrachement de la houille aura lieu, dans chaque localité, au-dessus du niveau de la galerie d'écoulement, au moyen de tailles parallèles mises en communication par d'autres tailles perpendiculaires aux premières, jusqu'à ce que l'exploitation rétrograde soit permise. L'épaisseur des piliers réservés dans la couche devra être au moins double de la largeur des tailles, laquelle ne pourra excéder trois mètres.

ART. IV. Les déblais provenant du déhouillement seront employés à remblayer complétement la plus grande quantité possible des espaces excavés. On aura soin de laisser libres les passages nécessaires à la circulation de l'air, à l'écoulement des eaux et au transport intérieur.

ART. V. Les galeries de service seront muraillées ou boisées convenablement, suivant les instructions qui seront données par l'ingénieur des Mines, d'après l'état de la roche servant de ciel à la couche, et la nature plus ou moins ébouleuse de la houille.

ART. VI. Lorsque l'exploitation devra être portée au-dessous des galeries d'écoulement, les concessionnaires se conformeront, soit pour l'établissement des machines d'épuisement, soit pour le mode d'extraction, aux instructions qui leur seront adressées par l'administration.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

ORDONNANCE du 10 juillet 1822, portant concession des mines de houille de Salfermouse et de Pigère, situées en la commune de Banne (Ardèche). Houillères de Banne.

LOUIS, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. La concession des mines de houille de Salfermouse, commune de Banne, département de l'Ardèche, est accordée aux sieurs Delarque et Thomas.

ART. II. Cette concession, dont l'étendue est de deux kilomètres six cent vingt-trois mille huit cent trente mètres carrés, est limitée ainsi qu'il suit :

A partir du mas de l'Orme par la route de Vans à Chamborigaud, jusqu'au pont de Gagnière; du pont de Gagnière par la rivière de Gagnière jusqu'au confluent du ruisseau des Houlettes; de ce confluent par le ruisseau des Houlettes jusqu'à sa rencontre avec le chemin qui va de Salles à Pigère;

de ce point par ledit chemin jusqu'à sa jonction avec le ruisseau de Doulové; de-là par le ruisseau de Doulové jusqu'au confluent du ruisseau de Salfermouse; de-là encore par le ruisseau de Salfermouse jusqu'à la carrière de Nadal; enfin par une ligne droite tirée de la carrière de Nadal au mas de l'Orme, point de départ.

ART. III. La concession des mines de houille de Pigère et Mazal, commune de Banne, est accordée aux sieurs Bayle Gadilhe et Pagès.

ART. IV. Cette concession, dont l'étendue est d'un kilomètre cent quarante-cinq mille trois cents mètres carrés, est limitée ainsi qu'il suit :

Par une suite de lignes droites tirées du mas de l'Orme à la tuilerie de Platon; de la tuilerie de Platon à Pigère; de Pigère au Mazel; du Mazel au mas des Congourdies; du mas des Congourdies à la carrière du Nadal; de-là au mas de l'Orme, point de départ.

ART. V. Les cahiers de charges souscrits par les divers demandeurs seront exécutés dans toutes leurs dispositions; ils resteront annexés à la présente ordonnance.

Nota. Les articles suivans, que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales.

Les cahiers des charges pour les deux concessions des mines de houille de Salfermouse et de Pigère prescrivent un mode d'exploitation analogue à celui qui est déterminé dans le cahier des charges de la concession de Portes et Sénéchas.

Forge à la catalane, en la commune de Martys (Aude).

ORDONNANCE du 10 juillet 1822, portant, d'une part, que le sieur Gourg-de-Moure *est autorisé à construire, conformément au plan joint à sa demande, au lieu dit* le Roc-d'El-Cayrol, *sur la rivière de la Dure, commune de Martys (Aude), la forge catalane que l'ordonnance du 12 janvier 1820 lui permettait de rétablir à la Pradebasse, commune de Cuxac Cabardès, même département; et, d'autre part, que l'impétrant reste et demeure d'ailleurs assujetti à toutes les dispositions prescrites par les articles 11 et suivans de l'ordonnance du 12 janvier 1820.*

Forge de Cuxac Cabardès.

ORDONNANCE du 10 juillet 1822, portant rejet définitif d'oppositions relatives à l'établissement d'une forge à fer en la commune de Cuxac Cabardès (Aude).

LOUIS, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu la requête à nous présentée, au nom des sieurs Pujol et Vignier, en suite de notre Ordonnance du 21 mars 1821, et par laquelle ils renouvellent leur opposition à notre ordonnance du 12 janvier 1820, qui a accordé au sieur Gourg-de-Moure l'autorisation d'établir une forge à fer dans la commune de Cuxac Cabardès, département de l'Aude, et s'opposent, autant que de besoin, à la demande formée par ledit sieur Gourg-de-Moure, pour transporter cette forge dans la commune de Martys, même département;

Ladite requête tendant en outre à ce que subsidiairement, et dans le cas où l'insuffisance des bois dans le pays ne nous paraîtrait pas constatée, il nous plaise ordonner une vérification contradictoire des lieux, ainsi que des faits sur lesquels ils appuient leurs oppositions;

Vu nos ordonnances précitées des 12 janvier 1820 et 21 mars 1821;

Vu la lettre de notre Directeur général de l'enregistrement et des domaines et forêts du 11 septembre 1819, et celle de l'administration générale des forêts du 10 décembre 1821;

Vu les avis du Conseil des Mines des 27 octobre 1819 et 20 février 1822, adoptés par notre Directeur général des ponts et chaussées et des Mines;

Considérant que déjà l'opposition des sieurs Pujol et Viguier, fondée sur l'insuffisance des bois dans la contrée, a été rejetée par notre ordonnance du 12 janvier 1820 qui, nonobstant cette opposition qu'elle rappelle, a accordé l'autorisation demandée par le sieur Gourg-de-Moure;

Que les sieurs Pujol et Viguier remettent aujourd'hui en question une chose déjà décidée et sur laquelle il n'y a plus à revenir;

Qu'ils sont d'ailleurs sans qualité pour juger des actes par lesquels l'administration des forêts remplit les attributions qui lui sont données par la loi du 21 avril 1810;

Considérant qu'il résulte des termes mêmes de leur requête qu'ils ne s'appuient pas sur des droits privés que l'ordonnance attaquée par eux aurait lésés, seul cas dans lequel une requête peut nous être présentée régulièrement, aux termes de l'art. 40 du réglement du 22 juillet 1806, rappelé dans notre ordonnance du 21 février 1821;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Les oppositions des sieurs Pujol et Viguier sont rejetées définitivement.

ART. II. Notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Martinet de Pignans.

ORDONNANCE du 10 juillet 1822, portant que M. Louis Latour *est autorisé à maintenir en activité le martinet à cuivre qu'il possède dans la commune de Pignans (Var), et que cette usine consistera en un foyer de fusion, une chaufferie, un marteau mu par une roue hydraulique, et quatre tuyaux de trompe.*

Forge de Benagues.

ORDONNANCE du 24 juillet 1822, portant qu'il est permis au marquis d'Orgeix *de construire une forge à la catalane sur le cours de l'Ariège, dans la commune de Benagues (Ariège), et que cette forge sera composée d'un foyer de fusion, d'une chaufferie de martinet et de deux marteaux; le tout conformément au plan que l'impétrant a fourni à l'appui de sa demande.*

Verrerie de Gaillac.

ORDONNANCE du 24 juillet 1822, qui autorise le sieur Simon Mathieu *à transporter au lieu dit* le Gravas de la Clavelle, *commune de Gaillac (Tarn), la verrerie de verre noir qu'il a établie dans la même commune, sur la côte Catalanies, en vertu du décret du 16 août 1808.*

Usine à fer d'Ainhoua.

ORDONNANCE du 31 juillet 1822, portant que les sieurs Rivière *sont autorisés à convertir le martinet à cuivre qu'ils possèdent dans la commune d'Ainhoua (Basses-Pyrénées) en un martinet à traiter le vieux fer, et que cette nouvelle usine sera composée d'une chaufferie, et d'un marteau pesant au plus trois quintaux métriques; le tout conformément à la pétition des impétrans et aux plans d'ensemble et de détails qu'ils ont fournis.*

Martinets à cuivre de Gras.

ORDONNANCE du 31 juillet 1822, portant que le sieur Bobillier (Philippe-Emmanuel) *est autorisé à conserver et à tenir en activité les deux martinets à cuivre qu'il possède en la commune de Gras (Doubs), et que ces martinets resteront composés, conformément aux plans de détails joints à la demande, chacun d'un fourneau pour la fonte des vieux cuivres, de deux fournaises propres à la chauffe, et d'un emplantement de martinet à trois flèches.*

Mines d'antimoine et de plomb de Dèze.

ORDONNANCE du 7 août 1822, portant concessions des mines d'antimoine et de plomb de Dèze (Lozère).

LOUIS, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Joseph Paul, Florent Puechegut, Thomas-Joseph Maisonneuve, Cyprien Cade, Jean Louis, Louis Daniel, Jean-Antoine David et Jean Armand Canouge, Augustin Corbier et Pierre David Deleuze, chacun dans le rapport d'intérêt fixé par l'acte de société du 22 mai 1811, des mines d'antimoine du collet de Dèze, arrondissement de Florac, département de la Lozère, sur une étendue de 14 kilomètres carrés, 3 hectares.

Les limites de cette concession sont déterminées conformément au plan joint à la demande, savoir : par une suite de lignes droites passant par le Peudédis, Laviale-Champmorel, le confluent du ruisseau de Sauveplane dans le Gardon Sauveplane, Reix l'Herm, le confluent du ruisseau de Coste de l'Herm dans le Gardonnet, le Mas-Deltour, le château du Collet, Hombras et le Paudédis, point de départ.

ART. II. Il est fait également concession aux sieurs Henri-

Christophe-Gabriel Tessier de Meirières, Jean-Louis-André-Félix Fayet de Montjoie, Etienne-Anne-Laporte Belviala, Philibert de la Rochepoucié, Jean-Baptiste Dautun, Jacques Pellet, Jean-François et Jean Chapon père et fils, Antoine Deleuze, Louis-Heureux Privat, Jean-Pierre Larquier, François Joseph Renoux, Antoine-David Francezon et compagnie, chacun dans le rapport d'intérêt fixé par les actes d'association des 1er décembre 1810 et 26 janvier 1813, des mines d'antimoine et de plomb sulfuré de Saint-Michel de Dèze, arrondissement de Florac, département de la Lozère, sur une étendue de seize kilomètres carrés, soixante-onze hectares;

Les limites de cette concession sont déterminées conformément au plan joint à la demande, ainsi qu'il suit, savoir : par une suite de lignes droites tirées de Peudédis à la Combe, de la Combe à Vert, de Vert à Pouset, de Pouset au Mazel, du Mazel au Mas-Deltour, du Mas-Deltour au château du Collet, du château du Collet à Hombras et d'Hombras au Peudédis, point de départ.

ART. III. Les cahiers de charges pour ces deux concessions, arrêtés par notre directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines, et consentis par les concessionnaires, sont approuvés et demeureront annexés à la présente ordonnance comme conditions essentielles des concessions accordées.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

Cahier des charges pour la concession des mines d'antimoine et de plomb de Saint-Michel-de-Dèze, arrondissement de Florac.

ART. Ier. Les filons d'antimoine de la Felgrirèze et ceux de plomb et antimoine de Saint-Christol, seront subdivisés en massifs réguliers de cent mètres environ de longueur et vingt à vingt-cinq mètres de hauteur, par des galeries horizontales ou inclinées au plus d'un quatre-centième vers l'ouverture, menées sur la direction des gîtes métalliques, et par des puits menés sur leur pente; lorsque l'exploitation sera ainsi préparée, on opérera l'arrachement du minerai, en suivant la méthode des gradins droits ou renversés. Les travaux seront conduits de manière à faciliter la circulation de l'air et le transport jusé-

rieur des matières. On pratiquera hors des filons des percemens pour l'écoulement des eaux, lorsque la localité ne permettra pas de faire déboucher au jour les galeries d'allongement ouvertes sur le filon même. On assurera la solidité des vides souterrains par des boisages, murailleméns et remblais.

ART. II. Des travaux de recherche, consistant en percemens en travers, galeries d'allongement, puits droits ou inclinés, seront principalement dirigés sur les filons voisins des filons principaux, et lorsque leur richesse sera reconnue, on soumettra leur exploitation aux dispositions générales prescrites ci-dessus.

ART. III. Dans l'année qui suivra l'ordonnance de concession, le préfet, sur l'avis de l'ingénieur des Mines et après avoir entendu les exploitans, déterminera les travaux qui devront être entrepris pour régulariser les exploitations existantes, conformément au mode ci-dessus prescrit.

ART. VIII. En cas d'abandon d'une partie ou de la totalité des ouvrages souterrains, les concessionnaires seront tenus de prévenir le préfet, par pétition régulière, au moins trois mois à l'avance, afin qu'il soit pris par l'administration les mesures convenables pour la reconnaissance et l'entretien ou l'abandon définitif des travaux, suivant ce que l'état des choses pourra exiger.

ART. XI. Si les concessionnaires veulent renoncer à leur concession, ils seront tenus d'en prévenir le préfet par pétition régulière, au moins six mois à l'avance, pour que l'administration ait le temps de prendre les mesures convenables, soit pour la conservation des droits des tiers, aux moyens de la publication qui sera donnée à cette pétition, soit pour la sûreté des hommes, et, s'il y a lieu, pour la conservation et l'entretien des travaux intérieurs.

ART. XII. Les concessionnaires devront se pourvoir dans le délai d'un an, à partir de l'ordonnance de concession, en permission d'usine pour l'établissement d'un fourneau propre à la séparation de l'antimoine de sa gangue et pour l'érection des ateliers et usines destinés à la préparation mécanique et au traitement métallurgique du minerai de plomb.

Nota. Les articles IV, V, VI, VII, IX et X, que nous n'avons pas insérés, ont pour objet des mesures générales. (Le cahier des charges pour la concession du Collet de Dèze contient des dispositions analogues à celles du précédent.)

ORDONNANCE du 14 août 1822, portant concession de mines de houille situées commune d'Auriol (Bouches-du-Rhône).

Mines de houille d'Auriol.

LOUIS, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Pierre Armand et compagnie, des mines de houille comprises dans le quartier de la Bouilladisse, territoire de la commune d'Auriol, département des Bouches-du-Rhône, sur une étendue de quarante-huit hectares soixante-six ares et quarante-cinq mètres carrés, limitée conformément au plan joint à la demande, savoir:

1°. Au nord et au levant, par la grande route d'Aix à Toulon, à partir du pont dit la Beaume-de-Bœufs, jusqu'au pont dit le Pont-Neuf;

2°. Au sud, par une ligne droite qui s'étend depuis ce pont jusqu'à l'angle sud-est de la première maison des hameaux de la Bouilladisse;

3°. Enfin à l'ouest, par une autre ligne droite qui partant du point précité, se prolonge jusqu'au pont de la Beaume-des-Bœufs, point de départ.

ART. II. Le Cahier des charges pour ladite concession, adopté par notre Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines, et consenti par les sieurs Armand et compagnie, est approuvé et devra être exécuté par eux dans toutes ses dispositions; il restera annexé à la présente ordonnance.

Nota. Les autres articles ont pour objet des mesures générales.

Verrerie de Larnac.

Ordonnance du 14 août 1822, portant que la dame veuve Laroque Chavagnac *est autorisée à établir à Larnac, au lieu désigné au plan, dans la commune de Saint-Hilaire de Brethmas (Gard), un four de verrerie avec ses dépendances, à la charge par l'impétrante de n'alimenter ladite usine qu'avec de la houille, sans pouvoir y employer du bois.*

Forge à la catalane de Luzenac.

Ordonnance du 14 août 1822, portant que les sieurs Hilarion (Louis-Amédée) *marquis de* Lordat, Louis-Philippe-Victor de *Lordat, et* Alex.-Anne-Louis-Aug. de *Lordat, sont autorisés à construire, sur l'emplacement de l'ancienne forge de Luzenac (Ariège), une forge à la catalane, qui sera composée d'un foyer de fusion et d'un marteau, conformément à la pétition des demandeurs et au plan qu'ils ont fourni.*

Usines d'Haraucourt.

Ordonnance du 14 août 1822, portant autorisation au sieur François Fort *de tenir en activité le haut-fourneau, les deux feux de forges, la fenderie, la platinerie, les deux martinets, les bocards et lavoirs, et les deux patouillets, dont, suivant les plans joints à sa demande, se composent les usines qu'il possède en la commune d'Haraucourt (Ardennes).*

Puits salé de Saltzbrunne.

Ordonnance du 14 août 1822, qui rejette une requête tendant à obtenir l'autorisation d'exploiter la propriété du puits salé de Saltzbrunne (Moselle).

Louis, etc., etc., etc.;

Sur le rapport du Comité du Contentieux;

Vu la requête à nous présentée, au nom du sieur Dethon, directeur général des salines du royaume de Wurtemberg et des sieurs Dittmer, banquiers à Ratisbonne; ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre Conseil d'État, le 14 juillet 1819, et tendant à ce qu'il nous plaise leur adjuger leurs conclusions, en conséquence les autoriser à exploiter la propriété du puits salé de Saltzbrunne que l'État leur a vendue;

Vu le mémoire imprimé joint à ladite requête et tendant à ce qu'il nous plaise, sans avoir égard à l'avis de notre Ministre de l'intérieur, du 2 novembre 1818, dire qu'il sera passé outre au jugement de la contestation, et en conséquence adjuger aux exposans les conclusions prises par eux dans leur précédent mémoire;

Vu la requête à nous présentée, au nom desdits sieurs Dethon et Dittmer, enregistrée audit secrétariat général, le 30 mai 1820, et tendant à ce qu'il nous plaise ordonner à notre Ministre de l'intérieur de nous présenter l'ordonnance de permission que la loi déclare ne pouvoir plus leur être refusée;

Vu le mémoire en déni de justice et en prise à partie, joint à ladite requête et tendant à ce que, sans avoir égard à l'ancien ajournement indéfini prononcé par l'un des Ministres de l'ancien gouvernement, ni à la décision postérieure du Ministre suivant, qui refuse de statuer, sous le prétexte de l'insuffisance des lois, ni à la décision de notre Ministre de l'intérieur, qui ordonne de nouveau une information sans objet, ni à la dernière décision du préfet du département de la Moselle qui, sous le prétexte de déni de justice prononcé par l'un des Ministres des finances du dernier gouvernement, déclare ne vouloir pas donner suite à la demande; dire et ordonner que notre Ministre de l'intérieur sera tenu, sans aucun délai, de nous proposer l'ordonnance de permission nécessaire aux exposans pour jouir enfin de leur propriété;

Vu les lettres du préfet du département de la Moselle, des 17 octobre 1807, 26 janvier et 28 mars 1808 et 10 mai 1815;

Vu les renseignemens et observations de notre Ministre de l'intérieur du 29 avril 1820, et de notre Directeur général des ponts et chaussées et des Mines du 10 du même mois sur la présente réclamation ;

Vu la loi du 28 juillet 1791 et les arrêtés du Gouvernement des 2 nivôse et 3 pluviôse an 6 sur les mines et salines ;

Vu le décret du 19 avril 1806, portant que le sieur Levoyer, ou ses ayans droit, sont déclarés propriétaires de la source en litige, mais à la charge de se conformer aux dispositions de l'arrêté du 3 pluviôse an 6, et accorde aux acquéreurs main-levée de l'opposition du 11 nivôse an 12;

Vu notre ordonnance du 13 janvier 1816, qui renvoie le sieur Dethon à se pourvoir devant notre Ministre de l'intérieur, chargé de nous proposer l'ordonnance de permission, soit d'après les formalités déjà remplies, soit en ordonnant, s'il y a lieu, une nouvelle information ;

Vu la décision de notredit Ministre, en date du 2 novembre 1818, prescrivant les mesures à remplir pour qu'il soit procédé à une nouvelle information, conformément à la loi du 21 avril 1810;

Vu la lettre du préfet du département de la Moselle du 9 août 1819, portant refus d'autoriser la publication de la demande en exploitation du puits salé de Saltzbrunne ;

Vu le mémoire en réponse pour le sieur Dethon et ses co-intéressés, enregistré audit secrétariat général le 20 juillet 1820, et tendant à ce qu'il nous plaise, sous la réserve expresse qu'ils font de se pourvoir par toutes les voies de droit, et même par la voie extraordinaire de la prise à partie contre qui il appartiendra, leur adjuger les conclusions par eux ci-devant prises, et en conséquence dire et ordonner que, sans avoir égard à la dernière décision ministérielle, en date du 29 avril 1820, laquelle sera déclarée nulle et de nul effet, notre Ministre de l'intérieur sera tenu de nous présenter l'ordonnance de permission dont il s'agit;

Vu les nouveaux renseignemens transmis par notre Ministre de l'intérieur, le 16 août 1821, et les rapports et avis des ingénieurs et du Conseil général des Mines;

Vu le dernier mémoire pour les sieurs Dethon et Dittmer, enregistré audit secrétariat général et ne contenant aucune conclusion nouvelle ;

Vu toutes les pièces produites ;

Considérant que, par notre ordonnance du 13 janvier 1816,

le sieur Dethon a été renvoyé à se pourvoir devant notre ministre de l'intérieur chargé de nous proposer l'ordonnance de permission, soit d'après les formalités déjà remplies, soit en ordonnant, s'il y a lieu, une nouvelle information ;

Qu'en exécution de cette ordonnance, notredit Ministre a décidé, le 2 novembre 1818 : « 1°. que les requérans doivent » se pourvoir devant le préfet de la Moselle pour l'exécution » des diverses mesures exigées par les lois et réglemens relatifs » aux demandes en permission d'usines, conformément aux » articles I et II de l'arrêté du Gouvernement du 3 plu- » viôse an 6, aux sections 4 et 5 de la loi du 21 avril 1810, » et aux articles XXI, XXXIII et XLVI du décret du 18 no- » vembre 1810; 2°. que la Société, telle qu'elle sera composée, » devra justifier, par un acte de notoriété, qu'elle réunit les » qualités nécessaires pour exécuter les travaux; 3°. qu'elle de- » vra en outre élire un domicile en France, afin que les affiches » constatant sa demande puissent y être publiées en exécution » de l'article LXXIV de la loi du 21 avril 1810; 4°. enfin, » qu'indépendamment des communes du département de la » Moselle, où ces affiches seront reconnues de rigueur, il con- » vient qu'elles soient aussi placardées dans les villes de Nancy, » Dieuze, Moyenvic et Château-Salins, sises dans le dépar- » tement de la Meurthe, attendu que la demande intéresse par- » ticulièrement l'administration des salines de la Meurthe. »

Considérant que les sieurs Dethon et Dittmer ne se sont pas pourvus contre ladite décision dans les trois mois de la notification qui leur en a été faite ; qu'ils se sont au contraire mis en devoir de l'exécuter, en s'adressant au préfet de la Moselle pour qu'il fît commencer l'information prescrite et apposer les affiches; que, sur le refus de ce fonctionnaire, ils pouvaient et peuvent encore s'adresser à notredit Ministre pour faire annuller ledit acte de refus et poursuivre l'exécution de la décision ministérielle du 2 novembre 1818, de notre ordonnance du 13 janvier 1816 et du décret du 19 avril 1806, et qu'ainsi ledit acte de refus ne pouvant être attaqué devant nous par la voie contentieuse, le pourvoi actuel des sieurs Dethon et Dittmer est non recevable ;

Notre Conseil d'État entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. Ier. Les requêtes des sieurs Dethon et Dittmer sont rejetées, sauf à eux à se pourvoir devant notre Ministre de l'intérieur, en annullation de l'acte par lequel le préfet de la

Martinet à cuivre d'Auriol.

Ordonnance du 4 septembre 1822, portant que le sieur Jean-Mathieu Robé *est autorisé à conserver et à tenir en activité le martinet à cuivre qu'il possède en la commune d'Auriol (Bouches-du-Rhône), et que cette usine se composera, conformément aux plans joints à la demande, d'une roue cylindrique, appliquée à deux petits marteaux, pour le battage du cuivre, et de six trompes pour le service de quatre feux de fusion.*

Bocard et patouillet de Liffol.

Ordonnance du 4 septembre 1822, portant que le sieur Pierre-Simon d'Alsace d'Henin-Liétard, *comte d'Alsace, est autorisé à établir un bocard et un patouillet à côté du moulin, dit* de la Fosse, *qu'il possède en la commune de Liffol-le-Petit (Haute-Marne), et dans l'emplacement représenté aux plans joints à sa demande, à l'effet d'y bocarder et laver le minerai de fer qu'il fait exploiter sur le territoire de cette même commune.*

Fonderie de la Croix de Ripelle.

Ordonnance du 4 septembre 1822, concernant la fonderie de laiton de la Croix de Ripelle (*Ardennes*).

Louis, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Les sieurs Pierre Saillard aîné et compagnie sont autorisés à maintenir en activité la fonderie de laiton qu'ils ont construite sur leur propriété, au lieu dit la Croix de Ripelle, commune de Fromelennes, département des Ardennes.

Art. II. Cette fonderie sera composée, conformément aux plans ci-annexés, de douze fours pouvant renfermer chacun huit creusets ou pots, de huit pierres et de huit moules destinés à couler le laiton en tables.

Art. III. Les impétrans ne pourront employer le bois comme combustible dans leur usine: ils ne consommeront du charbon de bois que pour la réduction de la calamine.

Nota. Les autres articles ont pour objet des mesures générales.

Usine à fer de Sauveterre.

Ordonnance du 4 septembre 1822, portant l'autorisation de continuer l'exploitation de l'usine à fer de Sauveterre (Lot-et-Garonne).

Louis, etc., etc., etc.;

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Les sieurs Lacombe de Saint-Michel, Charles Viguerie, Joseph Viguerie et Pascal Viguerie, sont autorisés à continuer l'exploitation de l'usine qu'ils ont acquise dans la commune de Sauveterre, département de Lot-et-Garonne, laquelle consiste en un haut-fourneau à fondre le minerai de fer, et en une forge à deux feux d'affinerie, pour convertir la fonte en fer: le tout disposé ainsi qu'il est indiqué aux plans joints à la demande.

Art. II. Il leur est également permis d'augmenter cette usine d'un fourneau de cémentation, pour convertir le fer en acier, ainsi que de deux martinets avec leurs doux feux, pour étirer et corroyer cet acier, conformément aux plans par eux produits.

Art. III. Ils ne pourront employer au fourneau de cémentation et aux feux de martinets d'autre combustible que la houille, sauf le poussier de charbon de bois qui est nécessaire à la cémentation.

Nota. Les autres articles ont pour objet des mesures générales.

Houilleres de S.-Sautin et de Livinhac.

Ordonnance du 25 septembre 1822, portant qu'il est fait concession au sieur Pierre-Jean-Marie Miquel, *des mines de houille dites de* St.-Sautin *et de* Livinhac-le-Haut (*Aveyron*) *sur une étendue de quatre kilomètres carrés trente-neuf hectares, limitée suivant le plan joint à la présente ordonnance; à la charge par l'impétrant de se conformer aux clauses et conditions du cahier des charges annexé à la présente ordonnance*

Verrerie de Pepinville.

Ordonnance du 25 septembre 1822, portant autorisation d'établir une verrerie dans la terre de Pepinville (Moselle).

Louis, etc., etc., etc.,

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu, etc.;

Notre Conseil d'État entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. Ier. Le sieur Louis-François Duquesnoy est autorisé à établir une verrerie à verre noir dans la terre de Pepinville, qu'il possède commune de Richemont, département de la Moselle.

Art. II. Cette verrerie sera composée de deux fours de fusion, de six à huit pots, de quatre fours à recuire et des carcaises nécessaires pour chauffer les pots.

Art. III. L'impétrant ne pourra, soit pour la fusion, soit pour le travail et la recuisson du verre, employer que de la houille; l'usage de tout autre combustible lui est expressément défendu.

Nota. Les articles suivans ont pour objet des mesures générales.

Programme de deux prix proposés par la Société d'Histoire naturelle de Paris, pour l'année 1824.

Un anonyme ayant adressé à la Société d'Histoire naturelle de Paris une somme de *huit cents francs*, destinée à fonder deux prix égaux dont il a indiqué les sujets, et qui devront être décernés, s'il y a lieu, en 1824: la Société, après avoir entendu le rapport de la Commission qu'elle a chargée d'examiner cette proposition, a accepté la donation dont elle est l'objet, aux conditions mises par le donateur, et a admis le programme des prix tel qu'il l'a rédigé.

PREMIER SUJET DE PRIX.

« Il sera donné, en avril 1824, une médaille d'or de la valeur de *quatre cents francs* à l'auteur du meilleur Mémoire de *Géologie organique* sur une partie quelconque de la France. »

On voit qu'il est nécessaire que ce soit un espace plus ou moins étendu, dont le terrain renferme des débris organiques animaux ou végétaux, et qu'on devra faire connaître, non-seulement les roches et minéraux qui le composent, leur ordre de superposition, etc., mais encore donner la détermination précise et comparée des débris organiques renfermés dans ses couches.

SECOND SUJET DE PRIX.

« Une médaille d'or de la valeur de quatre cents francs sera remise, en avril 1824, à l'auteur du meilleur Mémoire sur le sujet suivant: Déterminer, par l'examen des corps organisés fossiles et par tous les moyens chimiques, les différences des houilles et des lignites, et celles des terrains houillers et des terrains de lignite, en faisant connaître avec précision les lieux d'où proviendront les substances analysées ou décrites. »

La Société pense que les personnes qui voudraient diriger leurs recherches sur ce sujet, pourraient le considérer de la manière suivante:

§ I. *Sous le point de vue chimique.*

Prendre, dans des terrains bien généralement et bien évidemment reconnus pour terrains de houille ancienne (1), (c'est-à-dire, présentant la réunion de circonstances telles que celles-ci : d'être de la houille inférieure au grès bigarré, de la houille accompagnée de feuilles de fougères sans coquilles, de la houille grasse ou maigre, mais non à l'état d'anthracite, etc.), des échantillons nombreux, provenant de la masse même des couches exploitées, et les examiner chimiquement, pour en faire ressortir les caractères essentiels.

Prendre, dans des terrains bien généralement reconnus pour être des lignites (par l'existence de plusieurs circonstances, telles que la position au-dessus du calcaire du Jura ou de la craie; la présence de parties à structure ligneuse, accompagnant la masse; l'absence des feuilles de fougère, la présence des feuilles d'arbres ou celle de quelques coquilles, etc.), des échantillons nombreux, choisis sur-tout parmi ceux qui, par leur aspect extérieur, ressemblent le plus à la houille; les examiner chimiquement, pour en faire ressortir la composition et les caractères, par opposition avec ceux de la houille.

On pourrait examiner, dans le même but, des échantillons de houille ou de lignite moins bien caractérisés; mais si l'on se livre à ce travail (ce qui n'est point de rigueur), il faudra soigneusement distinguer ces analyses des précédentes.

§ II. *Sous le point de vue des corps organisés fossiles.*

Choisir, autant qu'il sera possible, les mêmes mines, soit de houille, soit de lignite, qui auront fourni les échantillons examinés chimiquement, pour donner une énumération raisonnée, avec des rapprochemens aux corps organisés actuellement vivans :

1°. Des genres de végétaux et de leurs principales espèces, observés dans l'ensemble de ces mines choisies dans chacun de ces terrains, pour en conclure quels sont les genres et les espèces particulières à chacun d'eux, et ceux qui leur sont communs;

(1) Comme les houilles de Saint-Étienne, d'Anzin, de Newcastle, etc.

2°. Des coquilles et autres débris animaux, considérés sous les mêmes rapports.

On pourra se contenter de nommer, avec citation critique de la description et de la figure, les espèces végétales et animales déjà observées par les naturalistes; mais on devra faire connaître, par des descriptions et des dessins, celles qu'on jugera caractéristiques, et qui n'auront pas encore été figurées.

On voit que cette question est double, et qu'il est possible que la même personne ne puisse pas en résoudre les deux parties. Dans le cas où il n'y aurait qu'une personne en nom, le prix total lui serait adjugé. Dans le cas où un Mémoire renfermant les deux solutions serait en nom collectif, le prix total serait adjugé aux auteurs du Mémoire, si la Société trouvait que les deux questions aient été également bien résolues. S'il n'y en avait qu'une des deux qui fût satisfaisante, on n'adjugerait que la moitié du prix aux auteurs.

Si l'une des deux questions seulement était traitée, mais qu'elle le fût convenablement et complétement, la Société adjugerait la moitié du prix à l'auteur de ce Mémoire, et l'autre moitié appartiendrait à l'auteur qui aurait également bien résolu la seconde question.

En présentant ce sujet complexe, le fondateur du prix et la Société ne se dissimulent pas qu'ils offrent une apparence de travail considérable; cependant on doit remarquer que la partie chimique n'a pas l'étendue de détails qu'elle semble présenter, et qu'il n'est pas nécessaire de donner une analyse complète d'un grand nombre d'échantillons de houille et de lignite; mais qu'on doit trouver, s'il est possible, des *caractères chimiques distinctifs* de ces deux combustibles fossiles, ou prouver qu'il n'y en a aucun qui soit général.

La deuxième partie exige beaucoup plus de travaux de détails : aussi la Société pense-t-elle que si l'on entreprend seulement de la résoudre, il sera convenable d'étendre, autant qu'on le pourra, ce qui est relatif à la géologie, en faisant connaître si les débris organiques renfermés dans les terrains de houille et de lignite, indiquent pour chacun d'eux des époques de formations différentes.

Conditions générales.

Les Membres honoraires de la Société d'Histoire naturelle de Paris, parmi lesquels seront choisis les juges du concours, sont seuls exclus d'y prendre part.

Les Mémoires portant une épigraphe ou devise, qui sera répétée avec les nom, prénoms, qualités et demeures de l'au-

teur ou des auteurs, dans un billet cacheté, joint au manuscrit écrit lisiblement en français ou en latin, seront adressés au secrétaire de la Société, rue d'Anjou-Dauphine, n°. 6, avant le 1er. janvier 1824.

ANNONCE.

Nous avons pensé que nos lecteurs pourraient apprendre avec intérêt qu'on propose, par souscription, l'impression de *l'Histoire naturelle de l'Auvergne et des Départemens environnans*, par M. l'Abbé Lacoste (de Plaisance). Cet ouvrage se composait de neuf volumes in-8°. : on désirait qu'il fût réduit, il le sera à environ cinq volumes in-8°.; il renfermera : 1°. deux itinéraires qui indiqueront les rapports géologiques qui existent entre les divers lieux que peut avoir à parcourir le naturaliste ; 2°. une carte volcanique, dans laquelle seront marqués les cratères des volcans modernes, ou de ceux qui ont brûlé les derniers, et les lieux où il est à présumer qu'ont été les cratères des volcans anciens, ou de ceux qui ont brûlé les premiers, car il n'en existe presque plus de traces ; 3°. des tableaux de classification des minéraux, des végétaux et des animaux, et une table alphabétique des principaux objets dont il sera fait mention dans l'ouvrage (1).

La carte dont il s'agit indiquera aussi la marche qu'ont suivie les volcans dans ces contrées, les époques relatives de leur déflagration, la direction et l'étendue des coulées des volcans modernes et des volcans anciens : celles-ci sont très-difficiles à déterminer, parce qu'elles ne se composent que de fragmens plus ou moins isolés les uns des autres. Cette carte fera connaître encore la nature des substances minérales dont se composent les coulées : substances qui quelquefois, dans les diverses parties d'une même coulée, sont très-différentes.

On propose aussi, par souscription, une seconde édition, augmentée et corrigée, des divers ouvrages sur l'Auvergne, qu'a fait imprimer le même auteur; savoir, ses *Observations sur les volcans de l'Auvergne*, avec des notes ; ses *Observations sur l'agriculture des montagnes de l'Auvergne ;* son *Discours sur les avantages qui résultent de l'étude de l'histoire naturelle*, avec des notes; ses *Lettres minéralogiques et géologiques sur les volcans de l'Auvergne*, etc.

(1) On souscrit à Clermont, chez Thibaud-Landriot, imprimeur du Roi. A Riom, chez M. Thibaud, imprimeur-libraire, et chez tous les libraires.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VII.

Géologie et minéralogie.

PRÉCIS d'une course dans le pays du Hartz ; par MM. *Lamé* et *Clapeyron*, aspirans au Corps royal des Mines. Pag. 21

[Voyez exploitation des mines (p. 22 et suiv.), et minérallurgie (p. 23 et suiv.)]

NOTICES sur le Hartz ; par M. *de Bonnard*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines. 41

— I. Aperçu physique du Hartz. . . . . *ibid.*

— II. Sur l'ancienneté relative de ses terrains. . . . 44

— III. Sur ses mines de plomb. 59

— IV. Sur ses mines de fer. 64

SUR les terrains calcaréo-trappéens du pied méridional des Alpes-Lombardes ; par *A. Brongniart*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines. 141

SUR la constitution physique de la vallée de Pont-Gibaut (Puy-de-Dôme) ; par M. *Guényveau*, ingénieur au Corps royal des Mines. 166

[Voyez exploitation des mines (161), et minérallurgie (188)].

HISTOIRE naturelle des trilobites et des crustacés fossiles ; par MM. *Brongniart* et *Desmarest*. (Extrait). 273

— Première partie. Des trilobites. 274

— Deuxième partie. Des crustacés fossiles. 284

Notice sur la magnésite du bassin de Paris, et sur le gisement de cette roche dans divers lieux ; par M. *A. Brongniart*. . . . . Pag. 291
— § I. Des minéraux désignés sous le nom de *magnésite*. 293
— § II. Magnésite parisienne. 296
— § III. Circonstances géologiques de la magnésite de divers lieux, comparées avec celles de la magnésite parisienne. 302
— § IV. [Voyez chimie (313)].
Manuel d'oryctognosie ; par *Charles-César de Léonhard*, Conseiller intime, et Professeur à l'université de Heidelberg, avec sept planches lithographiées. (Heidelberg, 1821). 319
Annuaire minéralogique pour 1821, ou Recueil de toutes les découvertes les plus récentes relatives à la minéralogie, 15e. année ; par *Charles-César de Léonhard*. 334
Observations sur un essai de carte géologique de la France, des Pays-Bas et des contrées voisines ; par *J.-J. d'Omalius d'Halloy*. 335
Mémoire sur les carrières et les fours à plâtre de Saint-Léger-sur-Dheune (Saône-et-Loire) ; par M. *Levallois*, aspirant au Corps royal des Mines 403
— § I. Constitution géologique des environs de Saint-Léger. . . . . ibid.
— § II et III. [Voyez exploitation des mines (409), et minérallurgie (412).]
Mémoire sur la jeffersonite, minéral découvert dans la mine de fer de Francklin ; par MM. *Lardner Vanuxem* et *W. H. Keating*, décrit et analysé par M. *William H. Keating* ; (Extrait). 415
Notice sur les mines de fer et les forges de Framont et de

Rothau ; par M. *L. Élie de Beaumont*, élève-ingénieur au Corps royal des Mines. . . . . Pag. 521
— Gisement et manière d'être des minerais de Framont et de Rothau. . . . . ibid.
[Voyez exploitation des mines (535), et minérallurgie (536).]
Notice sur le kaolin de Dignac (Charente) ; par M. le Baron *Bigot de Morogues*. 589
Sur la grotte de Miremont (Dordogne.) 597
Sur les traités de cristallographie et de minéralogie de M. l'Abbé Haüy. Par M. *Tremery*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines. 613

Chimie : Recherches docimastiques ; Analyses de substances minérales.

Chimie. (Extraits de journaux) 69
— 1 et 2. Sur les gaz hydrogènes carbonés. . .69 et 70
— 3. Sur deux nouveaux composés de chlore et de carbone 74
— 4. Sur l'éther iodique. 76
— 5. Préparation du protoxide d'azote. . . . . ibid.
— 6. Recherches sur l'action de l'acide fluoborique sur l'alcool 77
— 7. Sur l'emploi du sulfate d'indigo pour déterminer la force des dissolutions de chlorure de chaux . . . . ibid.
— 8. Sur la composition de la silice. 78
— 9. Sur l'acide oxalique. 79
— 10. Note sur la propriété qu'ont les matières salines de rendre les tissus incombustibles 80
— 11. Recherches sur les combinaisons des oxides avec le chlore, l'iode et le cyanogène 81

— 12. Recherches sur l'oxido-chlorure . . . . . Pag. 83
— 13. Observations sur le mémoire de M. *Berzelius*, relatif à la composition des prussiates ou hydrocyanates triples 85
— 14. Sur la combinaison des cyanures avec le soufre et avec le sélénium 89
— 15. Procédé pour analyser la poudre à tirer. 91
— 16. Analyse du sous-sulfate d'alumine et de potasse, ou de l'alun saturé de sa terre. 93
— 17. Nouveau moyen d'analyser les pierres alcalines. 94
— 18. Nouvelle couverte pour la porcelaine. 101
— 19. Sur la dissolubilité et la cristallisation de la chaux. ibid.
— 20. Moyen de distinguer la strontiane de la baryte. 103
— 21. Sur quelques combinaisons dans lesquelles un des élémens n'entre que pour une très-petite proportion . . . . . ibid.
— 22. Sur les moyens de préparer l'oxide de chrôme. ibid.
— 23. Sur la composition et la capacité de saturation de de l'acide chrômique. 105
— 24. Sur la combinaison de l'acide chrômique avec l'acide sulfurique, et sur la conversion de l'alcool en éther sulfurique, par un procédé nouveau 107
— 25. Sur quelques composés de chrôme. 108
— 26. Sur la capacité de saturation de l'acide molybdique 110
— 27. Sur la composition et la capacité de saturation de l'acide tunstique. 111
— 28. Sur les oxides de manganèse 112
— 29. Effets singuliers de l'eau de mer sur la fonte de fer. 113
— 30. Notice de quelques essais sur l'alliage de certains métaux avec l'acier fondu. 114

— 31. Sur le carbure de nickel. . . . . Pag. 116
— 32. Sur les moyens d'analyser les mines de nickel. ibid.
— 33. Sur la composition du deutoxide de cuivre . . . 127
— 34. Analyse de l'acétate de cuivre. 128
— 35. Sur les oxides d'antimoine et sur la capacité de saturation de ces oxides 129
— 36. Sur les alliages de l'antimoine avec le potassium et avec l'arsenic. 130
— 37. Nouveau moyen de produire un froid artificiel. 132
— 38. Sur quelques combinaisons de l'or. 133
— 39. Sur la composition de l'oxide d'or. 136
— 40. Sur la composition de l'oxide de platine. 137
— 41. Note sur la combinaison du silicium avec le platine, et sur sa présence dans l'acier. 139
NOTE sur le minerai de plomb argentifère de Chéronic (Charente); par M. *P. Berthier*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines 149
NOTE sur le minerai de plomb de Chenelette (Rhône); par le même. 152
ANALYSES de substances minérales. (Extraits de journaux). 193
— 1. Analyse du gaz inflammable retiré de l'huile et du charbon de terre par la distillation. . . . . ibid.
— 2. Description d'une nouvelle substance trouvée dans le fer terreux (*ironston*). 195
— 3. Mémoire sur le dégagement du gaz azote du sein des eaux minérales sulfureuses. . . . . ibid.
— 4. Notice sur les eaux thermales de Leuck en Valais. 197
— 5. Examen d'un sédiment des eaux de Luxeuil. . . 198
— 6. Analyse des eaux de Bagneux près Paris 199
— 7. Analyse des eaux minérales de Molitz, dans les Pyrénées. 200

— 8. Analyse des eaux minérales et thermales du Mont-Dore . . . . . Pag. 201
— 9. Notice sur les eaux minérales et thermales de Saint-Nectaire 208
— 10. Sur la calaïte ou turquoise de Perse 223
— 11. Sur les amphiboles 224
— 12. Sur les pyroxènes 226
— 13. Sur l'hydrate de magnésie natif 227
— 14. Analyse d'une magnésie carbonatée des Indes orientales . . . . . ibid.
— 15. Sur la pyrallolite de Pargas 228
— 16. Sur l'épidote . . . . . ibid.
— 17. Sur les grenats 229
— 18. Sur les idocrases 230
— 19. Sur les zéolithes en général, et spécialement sur le nedlstone de Kilpatrick 231
— 20. Sur les micas 235
— 21. Recherches analytiques sur le mica 237
— 22. Analyses de plusieurs pierres alcalines 239
— 23. Sur la sordawalite 241
— 24. Mémoire sur la nature des grandes masses de fer métallique d'origine problématique, et sur celle du fer des aréolithes attirables par l'aimant . . . . . ibid.
— 25. Sur l'eesensinter de Freyberg (*eisenpecherz de Klaproth*) 242
— 26. Note sur une combinaison de l'acide oxalique avec le fer, trouvée à Kolowserux, près Berlin en Bohême 243
— 27. Analyse d'une mine blanche de nickel de Loos en Nelsingland 244
— 28. Sur la pimélite de Kosemütz 246
— 29. Sur l'argent sulfuré aigre (*sprod-glanzerz*) . . . ibid.

Sur la composition de la magnésite et de la magnésie carbonatée (§ IV.); par M. *Berthier*, ingénieur en chef au Corps royal des Mines . . . . . Pag. 313
[Voyez géologie et minéralogie (291)].
Sur la nature des scories de forges catalanes et des foyers d'affineries; par M. *P. Berthier* 377
Sur les sulfures qui proviennent de la réduction de quelques sulfates par le moyen du charbon; par le même. 421
Recherches sur les mortiers, etc; par M. *L.-J. Vicat*, ingénieur au Corps royal des Ponts et Chaussées, 1 vol. in-4°. 1818. 445
— Mémoire relatif à la fabrication des pouzzolanes artificielles; par *le même* (*Ann. de chim.*, tome XV, page 365); extrait par M. *Combes*, élève-ingénieur au Corps royal des Mines . . . . . ibid.
Mémoire sur la chaux et le mortier en général, et en particulier sur la différence entre les mortiers de chaux, de coquilles de moules et de pierres calcaires, avec la théorie des mortiers; par M. *J.-F. John*. (Extrait). . . 467
Observations sur le mémoire de M. *John* par M. *Vicat*, (*Ann. de Chim.*, tome XXI, page 22) 480
Analyses de différentes pierres à chaux; par M. *P. Berthier* 485
Observations sur les mortiers 505
Analyses comparatives des différens aciers cémentés et non cémentés 571
[Voyez minérallurgie (555)].

Exploitation des Mines.

Sur l'exploitation des mines dans le Hartz, par MM. *Lamé* et *Clapeyron*, aspirans au Corps royal des Mines . . . . . 22 et suiv.
[Voyez géologie (21), et minérallurgie (23)].

Notice sur les mines anciennement exploitées auprès de Pont-Gibaut (Puy-de-Dôme); par M. *Guényveau*, ingénieur au Corps royal des Mines. . . . . Pag. 161
[Voyez géologie (166), et minérallurgie (188)].
Exploitation du plâtre à Saint-Léger-sur-Dheune (§ II.); par M. *Levallois*, aspirant au Corps royal des Mines. 409
[Voyez géologie (403), et minérallurgie (412)].
Sur l'exploitation des mines de fer de Framont et de Rothau; par M. *Élie de Beaumont*, élève-ingénieur au Corps royal des Mines. 535
[Voyez géologie (521), et minérallurgie (536)].

Minérallurgie, arts qui en dépendent.

Sur la préparation et le traitement des minerais dans le Hartz; par MM. *Lamé* et *Clapeyron*, aspirans au Corps royal des Mines . . . . . 23 et suiv.
[Voyez Géologie (21), et exploitation des mines (22)].
Sur les fonderies de Pont-Gibaut (Puy-de-Dôme) en 1792; par M. *Guényveau*, ingénieur au Corps royal des Mines. 188
[Voyez géologie (166), et exploitation des mines (161)].
Extrait d'un mémoire sur la carbonisation du bois; par M. le Chevalier *de la Chabeaussière*. 247
— Description des fourneaux : 1°. souterrains; 2°. élevés au-dessus du sol. . . . . 248 et 255
— Procédé de la carbonisation. 257
Sur l'exploitation des makis de la Corse pour en fabriquer de la potasse. (Extrait d'un rapport adressé à M. *Becquey*, Conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines); par M. *Gueymard*, ingénieur au Corps royal des Mines 267

Fours à plâtre de Saint-Léger-sur-Dheune (§ III.); par M. *Levallois*, aspirant au Corps royal des Mines. P. 412
[Voyez géologie (403), et exploitation des mines (409)].
Sur la préparation, le traitement et les essais des minerais de fer de Framont et de Rothau; par M. *Élie de Beaumont*, élève-ingénieur au Corps royal des Mines. 536
[Voyez géologie (521), et exploitation des mines (535)].
Sur les aciers damassés de M. *Sir-Henry*, fabricant aciériste et coutelier, place de l'École de Médecine, à Paris. (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 555
— § I. Des divers aciers du commerce. 557
— § II. Des aciers damassés de M. Sir-Henry. . . . 567
[Voyez Chimie (571)].
Sur la fonte des minerais d'étain dans le Cornwall et le Devonshire; par *John Taylor*. 579
De quelques procédés métallurgiques employés en Perse. 595
— Affinage de l'argent . . . . . ibid.
— Fabriques d'acier en Perse. 596
Sur l'usage des bains métalliques pour la trempe de l'acier. (Extrait). 601
Moyen d'adoucir l'acier. 611

Physique, Mécanique, Arts et objets divers.

Notice sur une nouvelle machine soufflante; par M. *Clapeyron*, aspirant au Corps royal des Mines. 3
Notice sur le papier-glace de M. *Quénedey*; par M. *Gillet de Laumont*, inspecteur général au Corps royal des Mines 8
Description et usage d'une espèce de marteau nommé Ductilimètre, pour connaître et comparer facilement

la ductilité de différens métaux fusibles, comme le plomb, l'étain, etc., composé par M. *Regnier*. Pag. 15
NOTICE sur une disposition particulière de la glace; par M. *J.-F. Clère*, ingénieur au Corps royal des Mines. 5
— Note des Rédacteurs sur une sorte de végétation de la glace, observée par M. *Desmarêts* 18
PROGRAMME de deux prix proposés, pour l'année 1824, par la Société d'Histoire naturelle de Paris 651
Annonce concernant divers ouvrages sur l'Auvergne... 654

Nécrologie.

NOTICE nécrologique sur M. *Grandin*, ingénieur au Corps royal des Mines. 617

Ordonnances royales concernant les Mines.

ORDONNANCES rendues pendant :
1°. Le quatrième trimestre de 1821. . . . . 155 et 339
2°. Le premier trimestre de 1822 . . . . . 344 et 511
3°. Le second trimestre de 1822. . . . . 514 et 623
4°. Le troisième trimestre de 1822. 628

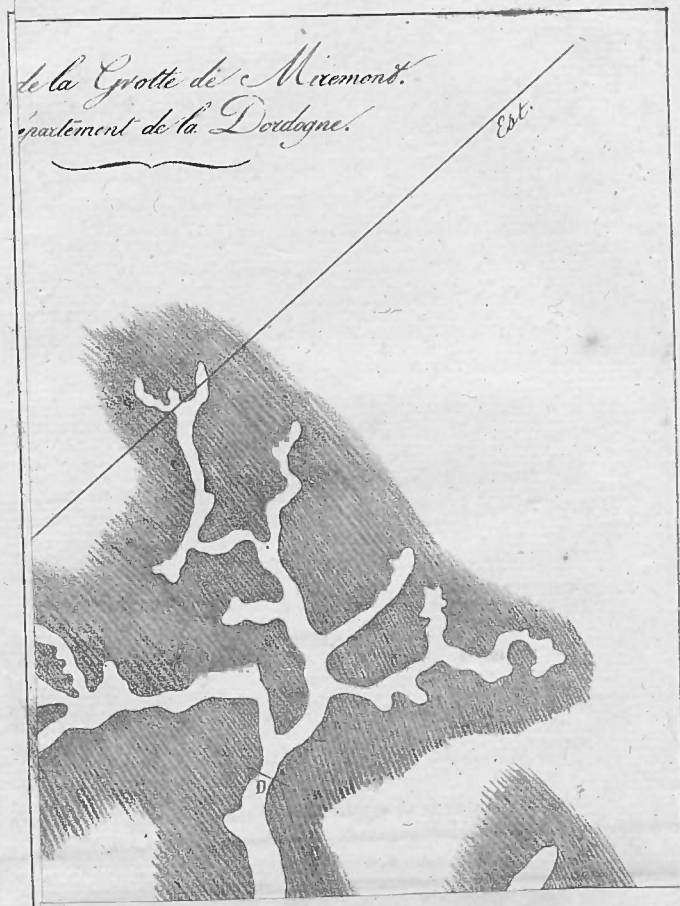
Cartes et Planches jointes à ce Tome.

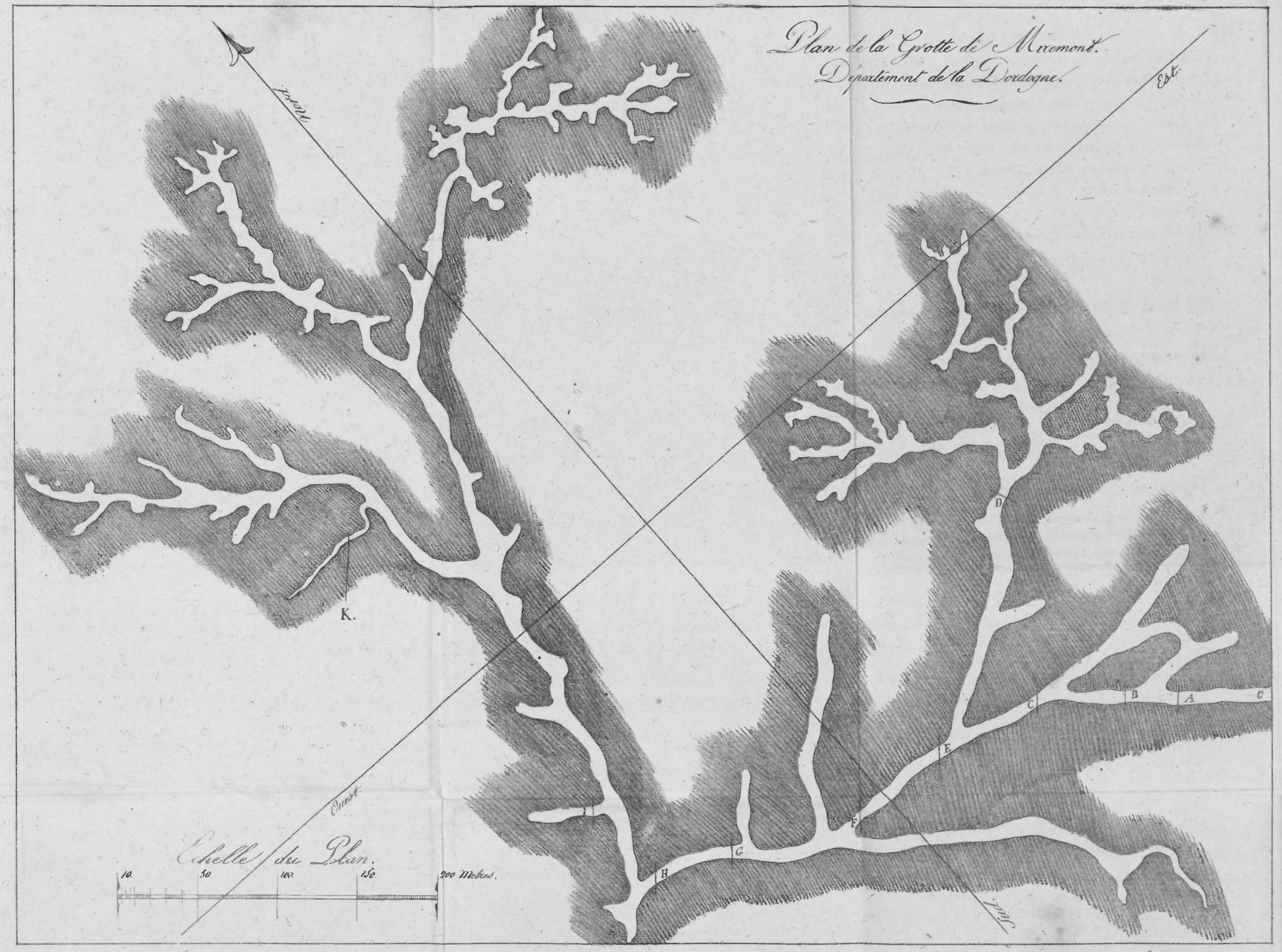
Essai d'une carte géologique de la France, des Pays-Bas et de quelques contrées voisines, dressée par J.-J. *d'Omalius d'Halloy*, d'après des matériaux recueillis de concert avec M. le Baron *Coquebert de Montbret*.

Pl. I. Fig. 1, Nouvelle machine soufflante.
Fig. 2, Disposition particulière de la glace.
Pl. II. Fig. 1, Ductilimètre de M. *Regnier*.
Fig. 2, Appareil de M. *Berzelius*.
Pl. III. Fourneau pour la carbonisation du bois.
Pl. IV. Gisement de la magnésite siliceuse.
Pl. V. Plan de la Grotte de Miremont (Dordogne).
Pl. VI. Coupes, en divers points, de cette même grotte.

Imprimerie de Madame HUZARD (née VALLAT LA CHAPELLE).

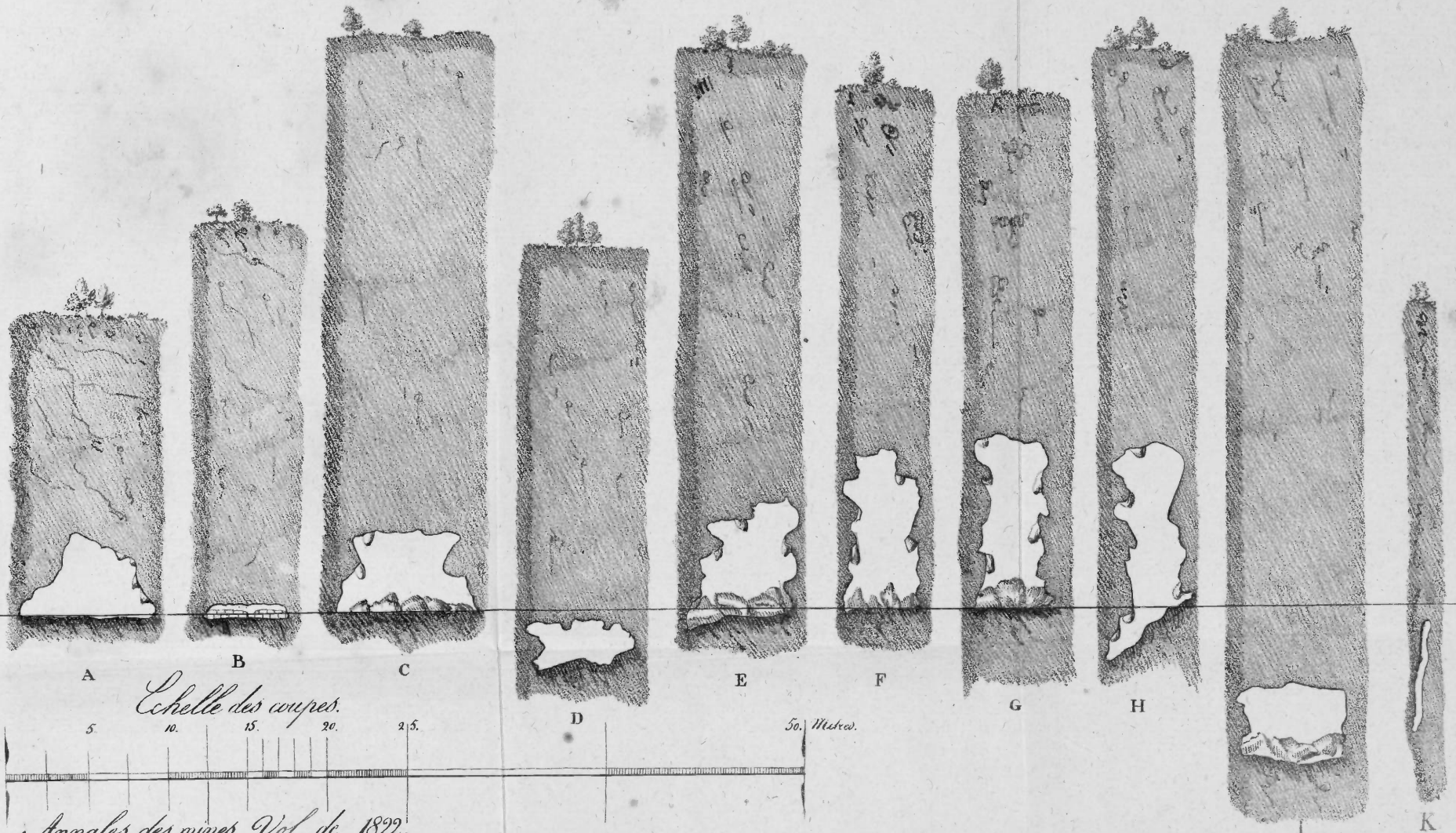
PL V





Lith. de C. Constans à Nevers.

Coupes de la Grotte de Miremont dans divers points marqués des mêmes lettres sur le plan.



Lith. de C. Constans à Sèvres.