

ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MEMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES,
ET SUR LES SCIENCES QUI S'Y RAPPORTENT;

Rédigées par le Conseil général des Mines,

PUBLIÉES

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

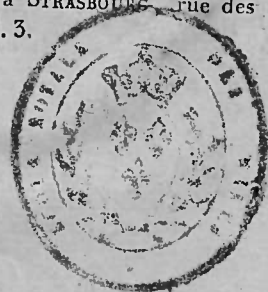
TOME X.

A PARIS,

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.

1825.



AVERTISSEMENT.

L'avis placé en tête du dernier volume (1^{re} livr. 1824) porte que les *Annales des Mines* seront augmentées de deux livraisons, et qu'elles paraîtront de *deux mois en deux mois*. Néanmoins, à cause de l'abondance des matières, les livraisons de 1824 sont encore bien plus fortes qu'elles ne devaient l'être, puisque chacune d'elles surpasse de beaucoup *sept à huit* feuilles d'impression.

S'il fallait s'en tenir à ce nombre, il serait impossible de faire connaître, à temps, dans ce Recueil tous les Mémoires qui intéressent l'art des mines.

D'après cette considération, il a été arrêté qu'à commencer du 1^{er} janvier 1825, chaque livraison comprendra, au moins, *dix* feuilles d'impression. Les livraisons continueront de paraître de *deux mois en deux mois*.

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

En s'engageant ainsi à faire paraître, par année, *six livraisons* composées chacune de *dix* feuilles d'impression, au moins, on ne peut maintenir le prix de la souscription aux *Annales des Mines*, tel qu'il avait été fixé au moment de la publication du volume de 1816 (1).

Ce prix a été porté, à compter du 1^{er} janvier 1825, à *vingt francs*, par an, pour Paris, et à *vingt-quatre francs* pour les Départemens.

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

(1) Alors on ne s'était engagé à publier, par année, qu'un seul volume, composé de quatre livraisons de sept à huit feuilles d'impression chacune.

INSTRUCTION PRATIQUE

SUR L'EMPLOI

DES LAMPES DE SURETÉ DANS LES MINES,

ET

Sur les moyens de pénétrer sans danger dans les lieux méphitisés ;

Publiée par M. le Conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.

§ 1^{er}. — OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES SUR L'AÉRAGE ET L'ÉCLAIRAGE DES MINES.

L'AÉRAGE et l'éclairage de l'intérieur des mines présentent de grandes difficultés, contre lesquelles viennent quelquefois échouer tous les secours de la science, toutes les ressources de l'industrie, et toutes les précautions de la prudence humaine.

Dans beaucoup de circonstances, il ne s'agit pas seulement de renouveler l'air des excavations souterraines, c'est-à-dire, d'y introduire sans cesse l'air même de la surface du sol, pour subvenir en même temps à la respiration des ouvriers et à la combustion des lampes ; il faut encore en extraire et en expulser toutes les mofettes nuisibles qui s'y forment ou qui s'en dégagent en plus ou moins grande abondance. En un mot, il ne suffit pas de porter au mineur, dans ses ateliers les plus profonds et les plus reculés, l'air sans lequel il ne peut vivre ; il faut aussi écarter

de lui différens fluides aériformes qui lui donneraient la mort.

C'est sur-tout dans les mines de houille que ces sortes de difficultés se rencontrent plus fréquemment, et qu'elles sont accompagnées de plus de dangers. Tantôt le gaz azote et le gaz acide carbonique (que la plupart des mineurs ne distinguent pas l'un de l'autre, et qu'ils nomment *mauvais air*), remplissent les anciens ouvrages et se répandent dans les galeries et les puits, et l'on ne peut y rester ou en approcher sans risquer d'être frappé d'asphyxie; tantôt le gaz hydrogène carboné (le *grisou* ou *grieux* des mineurs) sort des fentes du rocher ou de la masse même de houille qu'on exploite. Plus à craindre que les deux premiers gaz, il peut, comme eux, asphyxier les ouvriers, et s'il vient à prendre feu à une lumière lorsqu'il est mêlé en certaines proportions (1) avec l'air commun, il produit une explosion terrible, qui brûle tous ceux qu'elle atteint, qui renverse et détruit tous les ouvrages, et qui, transformant subitement l'air des galeries en gaz délétère, frappe aussi de mort quelques instans plus tard tous ceux que le feu et la commotion ont pu épargner (2).

Dans les cas les plus ordinaires, pour prévenir ces déplorables catastrophes, on emploie différentes méthodes, et on a recours à différentes dispositions particulières que nous nous bornerons à rappeler ici en peu de mots.

A. Lorsqu'on redoute le dégagement continuel

(1) Le mélange d'une partie en volume de gaz hydrogène carboné avec quatre, cinq, six, et jusqu'à treize parties d'air atmosphérique, a la propriété de faire explosion.

(2) Le gaz hydrogène carboné produit, par sa combus-

et l'accumulation des gaz méphitiques dans une partie de la mine, on rend l'aérage *plus vif et plus serré*, selon l'expression des mineurs; c'est-à-dire que l'on augmente la vitesse et le volume de l'air qu'on y fait circuler, afin de noyer ces gaz dans une telle masse d'air commun, que le mélange qui en résulte ne puisse être nuisible (1).

B. Lorsqu'on craint l'affluence et l'explosion du gaz hydrogène carboné, on force l'air qu'on fait venir du dehors à passer sur la surface même des *tailles* d'exploitation, et dans les coins et les angles des galeries, pour balayer continuellement les parois, entraîner tous les jets de gaz inflammable qui en sortent, et toutes les bulles de ce gaz qui pourraient y rester adhérentes. On a soin sur-tout de faire arriver le courant au bas des *tailles*, de sorte qu'il les parcourt en montant plutôt qu'en descendant, et on le conduit ensuite au dehors de la mine par des galeries et des puits où il n'y a aucune lumière. On empêche les ouvriers de fumer dans la mine; on leur défend l'entrée des vieux ouvrages, qui sont pleins de gaz inflammable; on interdit le travail à la poudre; on diminue autant qu'on peut le nombre des lampes dans les galeries de service et dans les ateliers; quelquefois même on n'en emploie qu'une seule, qu'on place à l'entrée des chambres d'exploitation, et dont on augmente, s'il le faut, la clarté à l'aide d'un réflecteur.

tion, de l'eau et son propre volume de gaz acide carbonique.

(1) Un dixième de gaz acide carbonique dans l'air éteint les lumières, et est nuisible aux hommes et aux animaux.

Dans quelques mines, on éclaire les travailleurs avec la *meule d'acier*, dont les étincelles ne peuvent que difficilement enflammer le gaz hydrogène carboné.

C. Si l'on s'aperçoit ou si l'on soupçonne que ce gaz s'est amassé dans quelque cavité de peu d'étendue au plafond d'une galerie, on peut le neutraliser en un instant en y mettant le feu : c'est aussi de cette manière que, dans plusieurs mines du midi de la France, on détruit, tous les matins, l'air inflammable des chambres d'exploitation avant l'entrée des ouvriers ; mais cette précaution n'empêche pas toujours d'autres explosions d'avoir lieu, et elle n'est pas elle-même sans inconvénients, sur-tout si l'espace occupé par le gaz inflammable est considérable, et si l'on néglige de mettre les ouvriers à l'abri de tout accident (1).

D. Si le gaz inflammable est répandu dans toute ou presque toute l'étendue d'une mine, et

(1) Tous les ouvriers doivent être retirés : celui qui est chargé de ce dangereux service se couvre de linges mouillés, et porte un masque sur le visage ; il tient à la main une longue perche, au bout de laquelle est une chandelle allumée ; il se couche le ventre sur le sol, se traîne jusqu'au lieu où il présume que le gaz est rassemblé, et il l'enflamme en élevant sa lumière.

Remarquons ici que, s'il était reconnu nécessaire, en certains cas, de mettre le feu au gaz explosif rassemblé dans une partie de la mine, on pourrait le faire avec moins de danger, en disposant d'avance, dans le lieu où le gaz est amassé, une batterie de fusil dont le bassinet contiendrait un peu de poudre, et dont la détente serait attachée à un fil d'archal, qui serait prolongé jusqu'à telle distance qu'on voudrait, et même jusqu'au dehors de la mine. On n'aurait qu'à tirer le fil quand il faudrait produire l'explosion.

si l'on a lieu de craindre que ce gaz, venant à s'allumer aux foyers d'aérage, ne produise une détonation qui se propage de proche en proche jusqu'aux extrémités les plus éloignées, on conduit l'air de manière que le mélange explosif ne traverse pas les grilles et le combustible embrasé, mais qu'il passe en dehors des parois de ces foyers, et qu'il vienne se réunir au courant d'air chaud et de fumée à une assez grande distance (1) au-delà des grilles pour qu'il ne puisse s'enflammer (2).

E. Enfin, si l'on appréhende que le gaz hydrogène afflue en si grande proportion dans toutes les parties d'une mine, que l'air en soit surchargé et ne puisse servir à la respiration (3), on peut faciliter son écoulement en pratiquant au plafond des galeries des évents ou des soupiraux par où ce gaz plus léger s'échappe dans des canaux particuliers qui le conduisent hors de la mine, et l'air atmosphérique, circulant dans les galeries inférieures, parviendra ainsi aux ouvriers plus pur, ou moins mêlé de mofettes.

Tels sont les moyens principaux dont on s'est servi depuis long-temps pour garantir les mineurs des dangers auxquels ils sont malheureusement exposés dans les mines où il se développe une grande quantité de gaz méphitiques ou de gaz inflammables.

(1) Cette distance doit être, en général, de 20 à 25 mètres au moins.

(2) Voyez la note (1) de la page 11 ci-après.

(3) Un tiers de gaz hydrogène carboné, mêlé à deux tiers d'air atmosphérique, éteint la lumière des lampes, et ne pourrait être respiré long-temps sans inconvénient.

Mais, il faut l'avouer, quelques soins qu'on ait mis dans la pratique habituelle de ces différens moyens, et quelque intelligence qu'on ait apportée dans tous les détails de leur exécution, ils n'ont pas toujours eu tout le succès qu'on avait droit d'en attendre. L'approche imprudemment faite d'une seule lumière dans un angle de galerie où s'était amassé un mélange d'air commun et de gaz hydrogène a suffi parfois pour produire en un instant une explosion générale, et ruiner la mine la mieux conduite, la mieux aérée, la mieux exploitée.

Dans d'autres cas difficiles à prévoir, des torrens de gaz sortis inopinément de quelque cavité rencontrée par hasard, ou de quelque crevasse inaperçue, ont troublé subitement et arrêté la circulation de l'air, inondé les galeries et rendu la mine inabordable.

Grâce aux progrès des sciences et aux découvertes nouvelles, ces explosions soudaines, que l'habileté des chefs et la vigilance des ouvriers ne pouvaient pas empêcher, seront presque toujours évitées à l'avenir; et si l'art est encore impuissant pour arrêter et détourner les irruptions imprévues des gaz méphitiques, il peut du moins fournir des moyens sûrs de pénétrer dans les mines dont ces gaz remplissent toutes les chambres et toutes les avenues.

Avec la lampe de sûreté, le mineur peut maintenant s'éclairer sans danger au milieu d'une atmosphère mélangée de gaz hydrogène.

Avec un appareil convenablement disposé pour la respiration, il peut aussi aller et séjourner dans les excavations souterraines, où ne se trouve pas l'air ordinaire qui est nécessaire pour l'en-

retien de la vie et la combustion des lampes.

La première de ces deux inventions n'est connue que depuis peu d'années; elle est due à sir Humphry Davy, président de la Société royale de Londres. De nombreuses expériences ont complètement démontré son efficacité. Les lampes de sûreté sont aujourd'hui généralement employées dans les mines de l'Angleterre et de la Belgique, où l'on a lieu de craindre les explosions du gaz hydrogène: elles commencent à l'être aussi dans nos mines de houille; on en compte plus de deux mille dans celles d'Anzin; mais des préjugés, ou de faux prétextes, ont jusqu'ici empêché de les admettre dans plusieurs autres exploitations.

L'invention de l'appareil respiratoire est plus ancienne que celle de la lampe de sûreté; cependant il ne paraît pas qu'elle ait encore eu aucune application. On ne peut douter qu'elle ne puisse être de la plus grande utilité, soit pour porter des secours aux malheureux mineurs qui ont pu être surpris au fond de leurs ateliers souterrains par un déluge de gaz méphitique, soit pour réparer et rétablir les canaux d'aéragé et rendre la mine accessible, soit enfin pour visiter et reconnaître d'anciennes mines et des ouvrages abandonnés.

Nous croyons rendre un véritable service et à l'art des mines et à l'humanité, en appelant aujourd'hui l'attention de tous les exploitans sur ces deux moyens de sûreté, dont il est bien à désirer que l'usage leur devienne familier.

Nous allons exposer d'abord les propriétés, la construction et l'usage de la lampe de sûreté, et les soins indispensables qu'elle exige.

Nous décrirons ensuite l'appareil respiratoire,

et nous examinerons quelles doivent être ses principales dispositions, selon les différentes circonstances où il peut être employé.

§ 2. — LAMPE DE SURETÉ.

1^o. *Propriétés de cette lampe.*

La lampe de sûreté consiste spécialement dans une lanterne dont l'enveloppe, en toile métallique (de fil de fer ou de cuivre), recouvre et renferme la mèche d'une lampe ordinaire.

Cette toile métallique, dont le tissu est assez fin et assez serré pour qu'il contienne au moins cent quarante ouvertures dans un centimètre carré, a la propriété très-remarquable de ne point laisser passer la flamme à travers ses interstices; de sorte que, si l'on porte cette lampe allumée dans une atmosphère explosive de gaz hydrogène carboné, le gaz entrant dans l'intérieur de l'enveloppe pourra prendre feu à la lumière de la lampe, mais l'explosion ne pourra pas se propager au dehors, même quand la toile métallique aurait acquis la chaleur du fer rouge (1).

(1) On peut observer un phénomène tout-à-fait semblable, si l'on dirige, sur un morceau de la toile métallique dont il s'agit ici, un jet de gaz hydrogène carboné sortant d'une vessie ou d'un gazomètre; on pourra allumer le jet d'un côté ou de l'autre de la toile à volonté, sans que la portion qu'on aura enflammée puisse mettre le feu à celle qui est de l'autre côté. Il en est de même d'un tube métallique qui n'a que 3 millimètres de diamètre, et dont la longueur est très-grande relativement à ce diamètre; ce tube ne peut transmettre l'inflammation d'une de ses extrémités à l'autre. Tous ces faits s'expliquent par la considération que la flamme exige un degré de température très-élevé, qui ne peut subsister quand les gaz qui la produisent viennent à être en contact avec des surfaces métalliques dont la température est beaucoup plus basse.

La condition essentielle pour que cet effet ait toujours lieu infailliblement, c'est que l'espace dans lequel la flamme de la lampe est confinée ne communique avec l'atmosphère extérieure par aucune ouverture, aucune jointure, ou aucune fente qui soit plus large que les mailles de l'enveloppe (1).

2^o. *Forme et construction de cette lampe.*

La forme des lampes de sûreté peut être variée de différentes manières: celles qui sont représentées, *fig. 1* et *10* des planches I et II ci-jointes, réunissent l'avantage de la solidité à celui d'une construction simple et peu dispendieuse.

Ces lampes ont trois parties principales: 1^o. le réservoir d'huile; 2^o. l'enveloppe imperméable à la flamme; 3^o. la cage, qui sert à fixer l'enveloppe sur le réservoir et à la garantir de tout choc.

1^o. *Réservoir d'huile.*

Le réservoir *a* est cylindrique et plus large que haut, afin que l'huile qu'il renferme soit moins éloignée de l'extrémité allumée de la mèche, et puisse l'alimenter facilement, même lorsqu'elle est près d'être entièrement consumée.

(1) Cette propriété des tissus métalliques à petites mailles et des tubes de métal longs et étroits peut avoir son application en beaucoup de circonstances, et dans les mines même, pour empêcher la détonation qui aurait lieu dans un fourneau allumé de se communiquer au gaz qui afflue vers ce fourneau. M. Chevrement a fait dernièrement un heureux essai de ce moyen dans une mine des environs de Mons. Il a fait placer deux grilles de fer garnies de toile métallique dans la galerie qui aboutit au foyer d'aérage, et prévenu ainsi toute propagation d'explosion en arrière dans l'intérieur de la mine.

Le fond supérieur de ce réservoir est percé d'une ouverture circulaire de 18 à 20 millimètres de diamètre, que recouvre la plaque horizontale du porte-mèche, et il est surmonté d'un anneau cylindrique *b*, dont la surface verticale intérieure est taillée en écrou.

Dans la plupart des lampes qui ont été employées jusqu'ici, un tube extérieur *c* (*fig. 1*) sert à introduire l'huile dans le réservoir; son ouverture inférieure s'approche assez près du fond pour qu'elle soit toujours sous la surface de l'huile, même quand il n'en reste plus que quelques millimètres de hauteur; son orifice extérieur se ferme avec une vis en cuivre (1).

Dans les mines de Mons, on a remplacé ce tube droit par un tube recourbé en dedans du réservoir comme un siphon (*fig. 3*), afin qu'il restât toujours de l'huile au fond de ce tube, et qu'il n'y eût point de communication ouverte au dehors, même quand le bouchon est enlevé et qu'on verse l'huile dans la lampe; mais ce moyen n'empêcherait pas qu'une détonation dans l'intérieur du cylindre du tissu métallique ne chassât l'huile hors du siphon, et il est bon, dans tous les cas, de s'abstenir d'ouvrir le bouchon du réservoir quand l'air de la mine est détonnant.

Ces remarques prouvent qu'il vaut mieux supprimer tout-à-fait ce tube extérieur, comme on

(1) Quelques fabricans de lampes ont cru pouvoir substituer, par économie, des bouchons de liège aux vis en cuivre : mais le bouchon à vis est plus sûr; car si la lampe venait à se renverser sans s'éteindre quand il ne reste plus que très-peu d'huile dans le réservoir, il pourrait arriver que le bouchon de liège sautât, et qu'il y eût alors un passage ouvert à la flamme du dedans au dehors.

le voit dans la *fig. 10*, qui représente une lampe nouvellement construite à Liège par MM. Chevremont et Smets frères : l'appareil en est plus simple; on y verse l'huile par l'ouverture que recouvre la plaque horizontale du porte-mèche (1).

Un tube *d*, ouvert par les deux bouts, est soudé sur le fond du réservoir et s'élève jusqu'au-dessus de la plaque du porte-mèche, qu'il traverse. Il est destiné à contenir une tige cylindrique *e*, qui le remplit entièrement, et dont le bout supérieur est recourbé en forme de crochet pour servir à régler la mèche, l'élever; l'abaisser, la moucher ou l'éteindre. L'extrémité inférieure de cette tige est repliée à angle droit, afin qu'on puisse la placer et l'arrêter sur la languette ou plaque d'arrêt *f*, dont un bout est libre, et dont l'autre est soudé sous le réservoir (2).

Un autre tube *g* traverse les deux fonds du réservoir, et il y est soudé hermétiquement : il sert au passage d'une tige à vis, qui tient la lanterne fermée, et ne permet de l'ouvrir qu'avec la clef qui convient à la tête de cette vis. Une plaque ou *cache-entrée u*, qui tourne sur un clou rivé, sert à boucher l'orifice de ce tube, et empêche la terre et la boue d'y entrer. (*Voyez fig. 11 et 15.*)

Le porte-mèche *h* consiste en un petit tube vertical de 5 millimètres de diamètre, et de

(1) Les premières lampes de sûreté qui ont été apportées de Londres à Paris n'avaient pas de tube extérieur pour y verser l'huile : l'École royale des mines en possède un modèle de cette forme depuis 1816.

(2) Il est bon que cette tige soit arrêtée ainsi, pour empêcher qu'elle ne retombe d'elle-même sur la mèche et ne l'éteigne.

30 millimètres de longueur; il est soudé au centre d'une plaque horizontale *i*, de 45 millimètres de diamètre. Il a sur le côté, un peu au-dessous de son extrémité supérieure, une ouverture rectangulaire *k*, pour y introduire à volonté le crochet qui sert à relever ou à noyer la mèche. (Voyez *fig.* 8 et 9.)

2°. *Lanterne ou enveloppe imperméable à la flamme.*

Cette enveloppe *l*, en toile ou gaze métallique (1), qui contient cent quarante ouvertures par centimètre carré, a la forme d'un cylindre un peu conique, ce qui permet de la faire entrer dans la cage dont il va être parlé ci-après, et de l'en retirer plus facilement pour la brosser et la nettoyer.

Sa hauteur est de 15 à 17 centimètres; son extrémité supérieure a 35 millimètres de diamètre, et est fermée par un fond de la même toile; son extrémité inférieure a 58 ou 40 millimètres de diamètre; elle est ouverte, et son bord *m* est replié en dehors, sur une largeur de 2 à 3 millimètres, comme on le voit, *fig.* 6; ou, ce qui vaudrait mieux, ce bord inférieur est serré étroitement par un lien de fil de fer dans la gorge d'une rondelle ou virole de cuivre *n* (*fig.* 14). Cette virole a l'avantage de conserver la forme

(1) Cette toile est ordinairement en fil de fer de trois dixièmes de millimètre de grosseur: une toile en fil de cuivre rouge peut aussi être employée à cet usage; mais on ne doit pas se servir de tissu en laiton ni en platine. Le fil de laiton aurait l'inconvénient de s'altérer et de se détruire à la longue, et le fil de platine pourrait communiquer l'explosion au dehors. Voyez, ci-après, page 23, la note (1).

circulaire du bord inférieur de l'enveloppe, et elle empêche qu'on ne puisse enlever cette enveloppe ou cette cheminée sans dévisser la cage.

Les différentes dimensions que nous venons d'indiquer sont celles qui conviennent le mieux; car, dans des cylindres plus grands, la combustion du gaz inflammable échauffe beaucoup trop leur partie supérieure, et peut l'amener promptement à une forte chaleur rouge, d'où il arriverait que le tissu métallique serait altéré et troué en peu de temps, et ne pourrait plus garantir de l'explosion.

Il est bon, pour éviter cet inconvénient dans tous les cas, même dans les petits cylindres, de recouvrir le haut de l'enveloppe cylindrique *l* par une deuxième enveloppe *o*, longue de 3 à 4 centimètres, et dont le fond est élevé de 12 à 15 millimètres au-dessus du fond de la première.

Les jointures de ces enveloppes doivent être doubles ou à bords repliés l'un sur l'autre, pour qu'il n'y ait aucune ouverture plus grande que les interstices du tissu; il faut aussi que le bord inférieur de la deuxième enveloppe soit cousu avec soin, afin qu'il reste toujours appliqué sur la première et ne puisse s'en séparer, même quand elle viendrait à être pliée ou déformée.

Au lieu d'ajouter la deuxième enveloppe en toile métallique dont on vient de parler, on peut (comme on l'a fait dernièrement dans les mines des environs de Mons) adapter au sommet de l'enveloppe ou cheminée *l* un chapiteau cylindrique de cuivre *p*, de trois centimètres de longueur, et percé de trous aussi petits que les mailles de la toile métallique. (Voyez *fig.* 6.)

3°. *Cage qui sert à fixer l'enveloppe cylindrique ou la lanterne sur le réservoir, et à la garantir de tout choc.*

Cette cage *q* est composée de quatre, ou mieux, de cinq gros fils de fer, longs de 18 à 19 centimètres, fixés par leur bout inférieur sur le bord d'un anneau de cuivre *r*, et, par leur autre bout, sur une plaque de tôle *s*, de 7 à 8 centimètres de diamètre.

L'anneau *r* porte sur sa surface verticale extérieure quatre ou cinq pas de vis (*fig. 7 et 14 bis*).

La plaque *s* est assez large pour couvrir le cylindre et le réservoir, et empêcher que les gouttes d'eau qui peuvent tomber d'en haut ne pénètrent dans la lanterne et n'éteignent la lampe; elle est munie d'un anneau et d'un crochet *t*, pour qu'on puisse porter la lampe à la main, l'accrocher à la boutonnière de l'habit ou l'attacher où l'on veut.

On fait entrer le cylindre de toile métallique dans cette cage, jusqu'à ce que son bord inférieur *m*, ou la virole *n*, sur laquelle ce bord est fixé, soit en contact avec l'anneau *r*; cet anneau se visse ensuite dans l'écrou du réservoir, et il fixe ainsi en même temps la cage, le cylindre et le porte-mèche, et les maintient en place (1).

3°. *Avantages de cette lampe.*

La lampe construite dans les dimensions et

(1) Cet anneau *r* pourrait être ajusté sur le réservoir comme un couvercle de tabatière; mais, dans ce cas, il offrirait moins de sûreté contre l'explosion que s'il était assemblé à vis, parce qu'il pourrait arriver qu'il fût placé assez obliquement pour laisser une ouverture suffisante au passage de la flamme.

avec tous les soins que nous avons indiqués présente au mineur toute la sécurité désirable, et elle peut servir à l'éclairer sans danger dans toutes les galeries et dans toutes les excavations souterraines où il a à craindre la présence du gaz hydrogène carboné.

Elle a l'avantage, quand le gaz ne se renouvelle pas et ne se mêle pas continuellement dans l'atmosphère de la mine, de le brûler peu-à-peu et d'en réduire la quantité au-dessous de celle qui est nécessaire pour l'explosion.

Lorsqu'au contraire ce gaz afflue sans cesse et avec une telle abondance qu'il ne peut être consumé assez vite, la lampe fournit des indices certains de l'état de l'air de la mine; elle signale le danger qu'il pourrait y avoir à y rester, et elle avertit ainsi le mineur du moment où il doit se retirer.

Si le gaz inflammable commence à se mêler avec l'air ordinaire dans les plus petites proportions, son premier effet est d'augmenter la longueur et la grosseur de la flamme.

Si ce gaz forme le douzième du volume de l'air, le cylindre se remplit d'une flamme bleue très-faible, au milieu de laquelle on distingue la flamme de la mèche (1).

(1) Quelquefois, mais rarement, quand le gaz est peu abondant ou inégalement répandu dans l'air, on entend plusieurs petites explosions intérieures qui se succèdent rapidement, mais qui ne doivent inspirer aucune inquiétude, parce qu'elles ne se propagent point au dehors. Voyez les expériences faites par le docteur Hamel, de Saint-Petersbourg, dans la mine de houille de Decbank, *Philos. Magazine*, juillet 1816; voyez aussi les résultats des expériences faites avec les lampes de sûreté, par M. Baillet, inspecteur divi-

Si le gaz forme le sixième ou le cinquième du volume de l'air, la flamme de la mèche cesse d'être visible; elle se perd dans celle du gaz qui remplit le cylindre, et dont la lumière est assez éclatante (1).

Enfin, si le gaz vient à former le tiers du volume de l'air, la lampe s'éteint tout-à-fait (2); mais les mineurs ne doivent pas attendre jusque-là pour se retirer.

Nous venons de dire que, dès que l'air de la mine est devenu explosif, c'est-à-dire quand il contient un douzième ou un treizième de gaz hydrogène carboné, le cylindre de la lampe est à l'instant rempli de la flamme de ce gaz, et que la lumière de cette flamme augmente ensuite en intensité à mesure que la quantité du gaz augmente. Les ouvriers doivent donc consulter continuellement cette indication : elle doit être leur sauvegarde, et leur montrer s'ils doivent enfin quitter la mine, jusqu'à ce qu'on ait pu y faire arriver une plus grande masse d'air atmosphérique.

sionnaire au corps royal des mines, et notamment les septième, huitième et deuxième expériences, rapportées pages 189, 190, et 197 du t. Ier. des *Ann. des mines*.

(1) Dans tous ces différens cas, on peut toujours éteindre facilement la flamme qui remplit le cylindre de toile métallique, en le couvrant d'un étui en tôle ou en étoffe de laine.

(2) On peut observer ces différens états dans une galerie de mine où afflue le gaz hydrogène, si l'on place d'abord la lampe sur le sol (où il y a moins de gaz), et si on l'élève ensuite graduellement jusqu'au plafond, où le gaz plus léger se trouve ordinairement en plus grande proportion.

4°. *Emploi de la lampe de sûreté quand l'atmosphère est explosive.*

Dans le cas où les mineurs ont besoin de travailler long-temps dans une mine dont l'atmosphère est explosive, on peut craindre que la combustion prolongée du gaz dans la lanterne n'échauffe la toile métallique du cylindre à une température trop élevée, et ne finisse par l'altérer ou la trouser. On prévient cet inconvénient en faisant usage,

Ou d'une lampe à double cylindre;

Ou d'une lampe à simple enveloppe, dont les fils du tissu sont composés de deux ou de plusieurs fils tordus et tressés ensemble;

Ou d'une lampe dont le cylindre est en cuivre laminé, percé de très-petites ouvertures circulaires, ou, mieux, rectangulaires (1);

Ou même enfin d'une lampe de sûreté ordinaire, dont le sommet est recouvert d'une seconde enveloppe (*fig. 10*), et qu'on place dans une lanterne ordinaire de verre ou de corne, dont on a enlevé la porte.

Le double cylindre en toile ou gaze métallique est complètement sûr, et il n'y a pas d'exemple que le cylindre extérieur ait jamais acquis la chaleur rouge, même quand le cylindre intérieur a été lui-même échauffé à ce haut degré de température pendant plusieurs heures.

Le cylindre en toile métallique, dont les fils

(1) Les ouvertures rectangulaires ont, à grandeur égale, un pouvoir réfrigérant plus considérable, et doivent être préférées. Voyez les remarques sur la perméabilité à la flamme, par M. Lefroy, *Annales des mines*, t. Ier. page 219.

sont composés de deux ou de plusieurs fils tordus ensemble, a aussi l'avantage de s'échauffer moins vite, et de rester exposé à la flamme du gaz sans rougir (1).

Le cylindre en cuivre percé de petits trous offre la même sûreté; mais il a l'inconvénient de coûter un peu plus cher. Si son épaisseur est de 6 dixièmes de millimètre, les ouvertures rectangulaires doivent avoir 1 millimètre 6 dixièmes de hauteur, sur 8 dixièmes de millimètre de la largeur. Ces ouvertures pourront même être plus grandes si l'épaisseur du cuivre est elle-même plus considérable (2).

Enfin la lampe de sûreté ordinaire (*fig. 10*), étant renfermée dans une lanterne commune de verre ou de corne, sera aussi moins exposée à s'échauffer et à rougir, parce que la circulation de l'air y sera diminuée (3).

(1) Des lampes de sûreté dont la toile métallique est composée de fils tressés d'un quarantième de pouce anglais d'épaisseur, et contient seize fils en chaîne et trente fils en trame, ont en même temps assez de flexibilité et de solidité pour ne pas se rompre, même par des chocs très-violens.

(2) Cette lampe convient très-bien quand on ne doit en faire usage que rarement. Pour le service ordinaire, les lampes à tissu de fil métallique sont préférables, à cause de leur flexibilité et de la facilité de substituer de nouveaux cylindres. Cette flexibilité de l'enveloppe est ici bien plus importante qu'on ne le croirait au premier aperçu. L'expérience a déjà prouvé plusieurs fois que l'explosion a été prévenue avec des lampes à tissu métallique, et qu'elle ne l'aurait pas été dans les mêmes circonstances, si leur enveloppe avait été faite d'autre matière plus résistante. Cette remarque pourrait s'appliquer en partie au chapiteau de cuivre de l'enveloppe, *fig. 6*.

(3) On obtient un effet semblable, c'est-à-dire qu'on re-

5°. *Usage de la lampe de sûreté lorsqu'elle vient à s'éteindre dans une atmosphère surchargée de gaz inflammable.*

Quand le volume du gaz hydrogène carboné est le tiers de celui de l'air atmosphérique, la lampe s'éteint aussitôt; mais alors même elle offre aux mineurs une nouvelle ressource, si l'on a eu soin de placer dans l'intérieur du cylindre, au-dessus ou autour de la mèche, plusieurs fils ou lames de platine tournés en spirale, dont l'épaisseur soit de 3 dixièmes de millimètre environ (1).

tarde ou qu'on empêche le trop grand échauffement de l'enveloppe de cette lampe, 1°. si l'on ajoute en dedans ou au dehors une plaque étamée qui sert de réflecteur; ou 2°. si l'on enferme le cylindre de toile métallique dans un cylindre de verre plus court, et qui intercepte ainsi le passage de l'air dans une partie de la longueur du cylindre métallique; ou 3°. si l'on adapte à une lampe à double cylindre une cheminée en cuivre qui ne laisse à découvert que le tiers ou la moitié de la surface cylindrique du tissu métallique; ou encore 4°. si l'on recouvre cette lampe d'un cylindre en cuivre qu'on peut lever ou abaisser à volonté; ou enfin 5°. si, comme l'a proposé M. Hodgson, on renferme la mèche de la lampe dans une lanterne dont un côté est fermé par un verre épais, mastiqué avec soin, et dont le côté opposé est garni d'un tissu métallique, qu'on peut couvrir ou découvrir plus ou moins par une plaque de cuivre qui glisse dans une coulisse.

Mais nous devons faire remarquer que, parmi toutes ces variétés de formes que nous venons d'indiquer, celles qui admettent du verre ne sont pas sans inconvénient: le verre est exposé à être brisé par la chute de la lampe, par le choc d'un corps étranger, et même par quelques gouttes d'eau froide qui viendraient à tomber sur sa surface extérieure, lorsqu'il est échauffé par la flamme de la lampe.

(1) En plaçant la spirale de fil de platine au bas de la

Ces fils ou ces lames de platine acquerront bientôt et conserveront un haut degré de chaleur, tant que la lampe brûlera et consumera le gaz hydrogène répandu dans l'air de la mine. Mais dès que ce gaz, affluant sans cesse, viendra à former le tiers du volume de l'air et à éteindre la flamme de la lampe, le platine dans l'obscurité paraîtra lumineux et répandra une lueur assez forte pour guider les mineurs lorsqu'ils se retirent (1).

Ce phénomène n'a plus lieu quand la proportion du gaz est telle qu'il forme les deux cinquièmes du volume de l'air : le platine cesse alors d'être en ignition, il perd peu-à-peu sa haute température ; mais on peut la lui rendre de nouveau si l'on parvient assez tôt dans une partie de

la lampe et autour de la mèche, on met le fil à l'abri de la fumée.

(1) Le platine reste ainsi lumineux, pendant que le gaz se consume lentement et sans flamme. Le palladium se comporte comme le platine dans les circonstances dont il est ici question ; mais le cuivre, l'argent, le fer, l'or et le zinc n'ont pas les mêmes effets. Cette propriété de produire, d'entretenir et de rendre sensible la combustion des gaz, a été attribuée par M. Davi au peu de conductibilité et au peu de capacité de chaleur du platine et du palladium. Les expériences de M. Derobeneiner, et celles de MM. Thénard et Dulong, viennent de prouver que la nature du métal ou des autres substances solides en contact avec les gaz détermine la combinaison de ces gaz à des températures très-différentes ; que cette action est modifiée par l'étendue de la surface, l'épaisseur des fragmens ; et même par leur configuration, et qu'elle a, en certains cas, tant d'énergie, que le métal (comme l'éponge de platine, la limaille de platine ou le précipité de platine par le zinc) peut, même en partant de la température ordinaire, devenir incandescent et produire l'explosion.

la mine où il y ait une plus grande proportion d'air atmosphérique ; le platine redevient bientôt rouge ; il enflamme le gaz dans l'intérieur du cylindre, si le mélange d'air et de gaz est explosif, et le gaz enflammé rallume à l'instant la mèche de la lampe (1).

Ce moyen curieux de s'éclairer quand toutes les autres lumières s'éteignent pourra quelquefois servir aux mineurs, soit pour se diriger dans les parties d'une mine dont ils ne connaissent pas les détours, soit pour se porter des secours mutuels, soit même pour juger par l'éclat du fil de l'état de l'air de la mine.

Il ne serait donc pas inutile que les maîtres mineurs et les chefs d'ateliers eussent des lampes garnies intérieurement de spirales en fil de platine.

La spirale de fil de platine peut être suspendue à 4 ou 5 centimètres au-dessus de la mèche, et dans ce cas, elle doit être supportée par un gros fil en platine, en argent, en cuivre ou en fer, ajusté sur la plaque du porte-mèche de manière qu'on puisse l'enlever facilement quand il s'agit de nettoyer la lampe. La spirale de fil de platine peut aussi être placée au bas de la lampe autour de la mèche. (Voyez *fig.* 19 et 20.)

(1) Il résulte évidemment de cette propriété du platine, 1°. qu'on ne doit pas employer une toile en fil de ce métal pour faire l'enveloppe cylindrique d'une lampe de sûreté ; 2°. que les fils de platine qu'on peut placer dans l'intérieur de ces lampes pour répandre de la lumière dans les mélanges qui contiennent trop peu d'air atmosphérique pour être explosifs doivent être disposés de manière qu'aucune pointe de ces fils ne puisse traverser les mailles de l'enveloppe et se projeter au dehors dans aucun cas.

6°. Soins qu'exige la lampe de sûreté.

L'emploi de la lampe de sûreté dans les mines demande plusieurs soins essentiels, dont les uns doivent être pris par les ouvriers eux-mêmes, et dont les autres regardent spécialement le maître-mineur; mais avant de les exposer, nous devons d'abord faire observer que la lampe de sûreté ne doit dispenser, dans aucun cas, de la nécessité d'entretenir dans la mine un courant continuél d'air atmosphérique, et de veiller sans cesse, avec la plus minutieuse attention, à ce qu'aucune matière embrasée ne puisse occasionner la détonnation du gaz hydrogène. Ainsi, l'on défendra sévèrement aux ouvriers de fumer dans l'intérieur de la mine; on leur interdira l'emploi de la poudre dans tous les lieux où l'air sera détonnant, et les moyens qu'on adoptera pour le renouvellement continuél de l'air seront combinés de manière qu'ils ne puissent donner lieu à l'explosion du gaz inflammable.

1°. Toute la garantie que présente la lampe de sûreté dépendant nécessairement de l'isolement de sa flamme dans une enveloppe de toile métallique, il faut sur-tout que, dans aucune circonstance et sous aucun prétexte, le mineur ne se permette d'ouvrir sa lampe, d'en séparer ni même seulement d'en soulever l'enveloppe cylindrique. Toute sécurité disparaîtrait à l'instant, et l'imprudencé d'un seul compromettrait le sort de tous ceux qui se trouveraient alors dans la mine.

Il faut donc absolument, quelque confiance qu'on ait dans tous les ouvriers, et quelque superflue que paraisse cette précaution, employer

un moyen particulier de fermer les lampes, pour que les ouvriers ne puissent les ouvrir.

On s'est d'abord servi pour cet effet d'un petit cadenas. Ce moyen était fort simple; mais il a présenté plusieurs inconvéniens qui l'ont fait abandonner. La poussière et la boue bouchaient et obstruaient souvent l'entrée du cadenas; quelques ouvriers essayaient de l'ouvrir ou de le forcer avec un crochet ou un autre instrument, et la dépense première ainsi que l'entretien de ces cadenas coûtaient assez cher dans les mines où il faut plusieurs centaines de lampes.

Par toutes ces raisons, on a renoncé à l'emploi des cadenas, et l'on a adopté généralement l'usage d'une tige à vis, qui traverse dans un tube le réservoir d'huile, et pénètre ensuite dans une ouverture pratiquée sur le bord de l'anneau inférieur de la cage de la lampe. La tête de cette tige ne doit pas être saillante au-dessous du fond du réservoir; elle est à trois ou quatre pans, et ne peut être tournée qu'avec une clef semblable à une clef de pendule.

Pour rendre cette fermeture plus sûre, il convient que la tête de la tige reste cachée à une certaine profondeur dans le tube qui la renferme; elle exigera ainsi une clef dont le canon sera plus long, et les ouvriers ne pourront que plus difficilement s'en procurer une pareille.

2°. Il convient encore de numéroter toutes les lampes et de donner toujours la même lampe au même ouvrier. C'est un moyen de surveillance qu'il ne faut pas négliger, et qui fera connaître quels sont ceux qui soignent leurs lampes et les conservent, et quels sont ceux qui les endommagent ou qui essaient de les ouvrir.

3°. Dans une mine où l'on craint l'explosion du gaz hydrogène carboné, on doit faire exclusivement usage de la lampe de sûreté, et il ne faut jamais se permettre d'employer des lampes ordinaires dans les parties de la mine où l'on pourrait supposer qu'il n'y a pas de danger de détonation. Il n'arrive que trop souvent que la circulation de l'air venant à être accidentellement troublée, retardée ou interrompue, les parties de la mine où l'air est ordinairement aussi pur que celui de la surface du sol sont tout-à-coup infectées de gaz inflammable.

4°. Les lampes doivent être toutes allumées hors de la mine; le maître mineur, qui est chargé de cette fonction, les ferme ensuite exactement, et en remet une à chaque ouvrier.

5°. Cette distribution des lampes ne doit se faire qu'après que chacune d'elles a été visitée et examinée, et qu'elles ont été reconnues en bon état.

6°. Les ouvriers descendent dans la mine munis chacun de leur lampe, qu'ils portent à la main, ou qu'ils ont accrochée à leur boutonnière (1); et ils doivent mettre tous leurs soins, pendant le trajet, pour qu'elle ne reçoive aucun choc et n'éprouve aucun accident qui puisse déformer ou trouser son enveloppe.

7°. Quand les mineurs sont arrivés à leur poste, ils doivent suspendre leur lampe à un crochet fixé sur un étau en bois ou en fer (2). Ils

(1) Quelques-uns accrochent leur lampe à un anneau cousu sur l'épaule gauche; d'autres l'attachent à un cordon passé autour du cou.

(2) Dans quelques mines de l'Angleterre, le support en fer est préféré, parce que le bois est quelquefois exposé à se charbonner à la surface par l'effet de la chaleur excès-

doivent avoir soin de la placer à quelque distance des tailles, à l'abri des chutes de houille et de pierres; ils doivent aussi l'éloigner des courans de gaz qui sortent impétueusement des fentes ou des trous de sonde, pour éviter que la combustion rapide de ce gaz dans l'intérieur des lampes n'échauffe leur enveloppe cylindrique à une trop haute température.

Ils doivent sur-tout se garder de la fixer dans la houille ou dans le terrain qui la recouvre; car le plus petit éboulement pourrait la faire tomber, la briser, la déchirer, ou seulement la trouser sans l'éteindre, et occasionner ainsi une explosion dans la mine.

8°. La poussière qui vole dans l'air, particulièrement à l'époque de la journée où l'on abat la houille dans les tailles d'exploitation, bouche promptement les interstices de la toile métallique de ces lampes. Chaque ouvrier doit avoir une brosse pour nettoyer, quand il le fait, l'enveloppe cylindrique de sa lampe, et lui rendre ainsi toute sa clarté.

9°. Le réservoir de la lampe, représenté *fig. 1*, contient environ 152 grammes (5 onces) d'huile, ce qui suffit pour neuf à dix heures. Si le travail de l'ouvrier doit durer plus long-temps, il faut alors avoir soin d'ajouter de nouvelle huile au bout de sept à huit heures; mais cette addition d'huile dans une lampe allumée demande beau-

sive de la lampe. Voyez la lettre de M. Buddle à M. Davy, *Philos. Magazine*, t. XLVIII, page 55; mais cet effet n'a pas lieu si l'on donne à la tige du crochet de fer assez de longueur pour que la lampe ne touche pas l'étauçon en bois dans lequel ce crochet est fixé.

coup de précautions et ne doit pas toujours se faire dans la mine.

Lorsqu'on se trouve dans une atmosphère explosive, et que le gaz brûle dans l'intérieur de l'enveloppe de la lampe, et sur-tout lorsqu'il ne reste pas assez d'huile dans le réservoir pour couvrir et fermer l'ouverture inférieure du tube par lequel on doit verser l'huile, il est prudent de ne pas ouvrir le bouchon du réservoir et de ne pas ajouter de nouvelle huile. Il vaut mieux, dans ce cas, faire apporter une nouvelle lampe allumée(1).

La lampe qui n'a point de tube extérieur (*fig. 10*) n'a pas cet inconvénient; son réservoir est plus grand et contient assez d'huile pour un travail de douze heures, ce qui est plus que suffisant pour le service ordinaire.

10°. Si les mineurs se trouvent dans une atmosphère explosive, et qu'ils s'aperçoivent que la combustion des gaz dans l'intérieur de la lampe échauffe et fait rougir la toile métallique, quoique l'explosion ne puisse pas être communiquée même à ce haut degré de température, ils devront, si leur travail peut être retardé sans inconvénient, se retirer dans une autre partie de la mine jusqu'à ce qu'on soit parvenu à faire arriver une assez grande masse d'air commun pour diminuer la proportion du gaz hydrogène carboné.

11°. Dans les mêmes circonstances, si le tra-

(1) On cite plusieurs accidens qui ont eu lieu parce qu'on a imprudemment ouvert le bouchon du réservoir, quand il e restait pas assez d'huile pour empêcher la communication du dedans au dehors.

vail des mineurs est urgent et indispensable, et s'ils doivent rester long-temps dans une atmosphère détonnante, il sera bon qu'ils rafraichissent de temps en temps le cylindre de toile métallique avec une éponge imbibée d'eau ou avec un linge mouillé.

12°. Dans aucun cas, les ouvriers ne doivent essayer d'éteindre, en la soufflant, la flamme du gaz qui remplit la lanterne; car, quoiqu'on sache que des courans rapides de gaz hydrogène et d'air atmosphérique ne communiquent pas ordinairement l'explosion quand les lampes sont bien construites, on pourrait craindre, sur-tout si les fils étaient dérangés ou qu'ils fussent à la température de la chaleur rouge, qu'un souffle violent ne poussât au dehors de la lampe la flamme, qui, dans un air calme et en repos, y serait restée confinée. C'est en couvrant la lampe d'un étui en tôle, ou en l'étouffant dans leurs vêtemens, que les ouvriers doivent l'éteindre(1).

13°. Quand les ouvriers sont sortis de la mine et ont remis chacun leur lampe au maître mineur, toutes ces lampes sont aussitôt reportées dans le magasin, où on les nettoie et où on les examine de nouveau.

14°. Pour nettoyer les lampes, on commence par les ouvrir: on sépare ensuite les cylindres de tissu métallique de la cage qui les renferme,

(1) Cette précaution est sagement recommandée aux ouvriers des mines de Valenciennes. Un article du règlement relatif à la police intérieure de ces mines porte: « Dans » le cas où le grisou arriverait en trop grande abondance » dans l'intérieur de la cheminée métallique, il est défendu » de souffler le feu pour l'éteindre: l'ouvrier l'étouffera » dans un étui ou dans ses vêtemens. »

et on les dégraisse, soit en les plongeant dans de l'eau chaude qui tient un peu de potasse en dissolution, soit en les exposant à un feu clair qui brûle la suie et l'huile qui les salissent.

Dans le premier cas, après avoir lavé les cylindres, on les rince dans l'eau claire, on les brosse en dedans et en dehors, et on les fait sécher.

Dans le deuxième cas, on fait tourner chaque cylindre pendant une minute seulement sur le feu, et lorsqu'ils sont refroidis, on les brosse pour enlever toute la poussière carbonneuse qui les recouvre.

Cette deuxième méthode est préférée aujourd'hui à la première; elle altère moins le tissu des cylindres et laisse sur les fils de ce tissu une sorte de vernis qui prévient leur oxidation (1).

15°. On visite ensuite toutes les parties de la lampe; on met au rebut tous les cylindres de toile métallique qui ont quelque défaut, et l'on renvoie aux ateliers les réservoirs et les cages qui ont besoin d'être réparés (2).

16°. Quand les cylindres dont la toile est en fil de fer doivent rester quelque temps en magasin sans être employés, et qu'ils ne sont pas encore couverts d'un enduit de rouille, il faut les huiler pour empêcher qu'ils ne se détériorent.

17°. On pourra aussi, avant de se servir de ces

(1) Un ouvrier un peu exercé peut nettoyer deux cents lampes dans une journée.

(2) Les réparations les plus ordinaires consistent à redresser les barreaux de la cage qui sont courbés, à resserrer les rivures de ces barreaux qui ont pris du jeu, et à resouder les tubes qui aboutissent au fond du réservoir et qui laisseraient échapper l'huile de la lampe.

lampes, éprouver leur sûreté en les plongeant allumées dans un baril qu'on aura rempli d'un mélange détonnant de gaz inflammable et d'air ordinaire; mais cette épreuve, une fois faite, ne doit pas dispenser de l'examen journalier auquel chaque lampe doit être sévèrement soumise, quand elle revient de la mine et avant qu'on l'y reporte.

7°. *Réponses à quelques objections qui ont été faites contre les lampes de sûreté.*

Quoiqu'une expérience de plusieurs années ait prouvé, dans un grand nombre de mines de diverses contrées de l'Europe, toute l'efficacité de la lampe de sûreté, il ne sera peut-être pas inutile de réfuter ici tout ce qu'on a objecté pour en rejeter l'usage.

1°. On a prétendu que des poussières de matières combustibles suspendues dans l'air pénétreraient dans l'intérieur de l'enveloppe cylindrique, et qu'elles pourraient s'y allumer, en ressortir enflammées et causer l'explosion.

Mais on a jeté à plusieurs fois de suite de la poudre de houille et de pyrite, de la poudre à canon pulvérisée et mêlée de poudre de charbon, dans les lampes qui brûlaient dans un mélange de gaz plus explosif que le gaz inflammable des mines, et l'explosion n'a pu être communiquée au dehors. L'explosion n'a pas eu lieu non plus quand on laissa ces matières flotter dans cette atmosphère, ni même quand on les eut amoncelées sur le sommet du cylindre, qui avait acquis la chaleur rouge (1).

(1) Voyez les diverses expériences rapportées, pages 36,

2°. On a avancé que la combustion prolongée du gaz hydrogène dans l'intérieur du cylindre de toile métallique, quand l'air de la mine est détonnant, finirait par altérer, brûler et trouser le tissu de cette enveloppe.

Cet accident, qui aurait lieu sans doute à la longue pour des lampes à simple enveloppe, n'est pas à redouter pour celles qui ont une double enveloppe cylindrique ou un chapiteau de cuivre au sommet, ou dans lesquelles la circulation de l'air est diminuée par un réflecteur en fer ou en cuivre étamé.

3°. On a pensé que l'air agité pousserait la flamme à travers les mailles de l'enveloppe, et pourrait causer ainsi une détonnation au dehors ; mais des essais nombreux ont pleinement dissipé toutes ces craintes. Des courans mélangés d'air atmosphérique et de gaz hydrogène carboné n'ont pu expulser la flamme hors du cylindre de toile métallique, quand cette toile contenait cent quarante ouvertures par centimètre carré.

4°. On a craint encore que lorsqu'il s'établit dans une mine de forts courans de gaz inflammable et d'air ordinaire, agissant parallèlement ou sous différens angles, l'effet de ces courans ne fût d'accroître la température du cylindre de toile métallique, et d'augmenter par suite son pouvoir à laisser passer la flamme ; mais l'expérience a encore été cette fois favorable aux lampes de sûreté bien construites.

Des lampes à simple et à double cylindre ayant été exposées à un courant de gaz inflammable,

54 et 93 du *Philos. Magazine*, t. XLVIII, 1816, et les *Annales des mines*, tome 1^{er}., page 208.

dirigé transversalement à un grand courant d'air atmosphérique, le gaz brûla dans l'intérieur des lampes, mais leur tissu métallique ne fut porté qu'à la chaleur rouge.

On augmenta ensuite la vitesse du courant de gaz inflammable de manière à obtenir un jet impétueux, et tel qu'il ne s'en rencontre jamais dans les mines : la lampe à double cylindre fut exposée au concours des deux courans de gaz et d'air ordinaire ; son tissu métallique acquit bientôt la chaleur rouge, mais il ne brûla pas et ne communiqua pas l'explosion. La lampe à simple enveloppe ayant été placée au point où la combustion était la plus intense, le fil de son tissu brûla en jetant des étincelles et transmit l'explosion. Mais les lampes simples portant des plaques d'étain pour diminuer la circulation de l'air et réfléchir en même temps la lumière, et des lampes à double cylindre placées dans les mêmes courans que ci-dessus, ne purent jamais s'échauffer jusqu'au degré de la combustion du fer, et elles n'ont point communiqué l'explosion (1).

5°. On a objecté que les cylindres en tissu métallique étaient trop faibles pour l'usage des mines, et qu'ils seraient exposés à des chocs et à des chutes qui pourraient les plier, les déformer

(1) Voyez le tome XLVIII du *Philos. Magazine*, p. 198, et le tome 1^{er} des *Annales des mines*, page 207. Au reste, si l'on pouvait craindre de rencontrer des courans de gaz qui élevassent la chaleur du tissu métallique au-delà du rouge obscur, on parviendrait, avec des tissus de fils tressés (page 19 ci-dessus), dans lesquels les vides sont plus rétrécis et les surfaces rayonnantes beaucoup plus grandes, à ne pas dépasser ce degré de chaleur, et à éviter ainsi toute

ou les trouser. Mais les gros fils de fer qui les entourent, le réservoir qui les supporte, et le chapeau qui les recouvre, les garantissent de beaucoup d'accidens : et s'il était vrai qu'ils ne fussent pas assez solides, il serait facile d'employer des tissus plus serrés et plus épais, et même des cages extérieures à barreaux plus nombreux et plus forts, et de donner ainsi à ces lampes toute la solidité désirable en conservant toute leur sûreté.

6°. On a souvent répété que les lampes de sûreté donnaient moins de lumière que les lampes libres et découvertes. On a ajouté que les mailles du cylindre de toile métallique s'obstruaient facilement, et se remplissaient de poudre de houille, et que les ouvriers n'étaient pas assez bien éclairés, sur-tout sur la fin de leur journée et lorsqu'ils ont besoin de beaucoup de lumière pour achever certains ouvrages, tels que le triage de la houille et le choix des remblais. Cette objection, il faut en convenir, peut paraître, au premier aspect, n'être pas sans fondement; il n'y a aucun doute qu'une flamme renfermée dans un cylindre de toile métallique répande au dehors moins de lumière qu'elle n'en donnerait si cette enveloppe n'existait pas. On a reconnu par des expériences directes que la lampe de sûreté perdait un cinquième ou un quart de lumière, qui est inter-

explosion. En général on peut dire qu'on sera toujours maître de maintenir la température du tissu aussi basse qu'on voudra, en diminuant les ouvertures, et en augmentant la masse métallique et les surfaces rayonnantes; car cette température cessera toujours de s'accroître quand le tissu pourra dissiper, par le rayonnement et par le contact de l'air extérieur, toute la quantité de chaleur qu'il recevra de la flamme de la lampe.

cepté par les fils de l'enveloppe. Mais si l'on adapte à la lampe une plaque d'étain ou de fer ou cuivre étamé qui serve de réflecteur, ou un verre plan convexe, placé en dehors, qui rassemble les rayons et les empêche de diverger, on obtient sur tous les points qui sont éclairés en même temps par la lumière directe et par la lumière réfléchie, ou seulement par la lumière réfractée, autant de clarté qu'en pourrait donner la flamme de la lampe libre et découverte.

Le réflecteur peut être placé à volonté en dedans ou en dehors du cylindre de toile métallique; mais on concevra aisément qu'il produit plus d'effet quand il est placé intérieurement (comme celui de la *fig. 21, pl. II*), que quand il est appliqué en dehors sur l'enveloppe cylindrique de la lampe, parce que, dans le premier cas, les rayons réfléchis n'ont qu'une fois à traverser les mailles de la toile métallique, tandis que dans le second le tissu serait traversé trois fois par les mêmes rayons, tant avant qu'après leur réflexion (1).

On peut donc par ces moyens simples, le réflecteur ou la lentille, augmenter, quand on le veut, la lumière portée sur les points où le mineur applique son travail, et la rendre égale à celle de la flamme libre de la lampe.

Au reste, quand il ne serait pas possible d'obtenir d'une lampe de sûreté la même lumière que d'une lampe ordinaire, il ne faudrait pas moins

(1) Si l'on n'avait pas besoin de faire servir le réflecteur à diminuer le passage de l'air dans la lanterne (voyez la note (5) de la page 20), on pourrait le placer en dehors, et l'incliner de manière à réfléchir la lumière hors du cylindre dans telle direction qu'on voudrait.

préférer l'emploi de la première sorte de lampes dans toutes les mines où l'on peut craindre les détonnations du gaz hydrogène; car on pourra toujours multiplier sans danger les lampes de sûreté, si l'on a besoin de plus de lumière, tandis qu'au contraire, dans les mêmes circonstances d'une atmosphère explosive, si l'on se sert de lampes ordinaires, on sera contraint, pour diminuer les chances d'un péril imminent, de diminuer aussi le nombre de ces lampes et de réduire les mineurs à travailler presque dans l'obscurité.

7°. Enfin on objecte que plusieurs explosions ont eu lieu dans des mines où l'on faisait un usage habituel des lampes de sûreté.

Mais ces événemens déplorables, dont on n'assigne pas la véritable cause, ne peuvent pas affaiblir la confiance que doit inspirer l'emploi bien entendu et bien dirigé de ce moyen précieux d'éclairage. Ils doivent être seulement un avertissement utile, que ces lampes ne sont destinées à prévenir que les explosions qui seraient occasionnées par la flamme de leur mèche, si elle était libre et à découvert. Leur sûreté cesse si on les ouvre, si elles sont trouées ou déchirées; si leur enveloppe métallique, devenue rouge par la combustion long-temps continuée du gaz inflammable, est exposée à un souffle violent qui chasse la flamme au dehors, ou à un courant rapide qui brûle les fils du tissu et les met en fusion; enfin, si des imprudens essaient d'allumer leur pipe, en appuyant le tabac sur l'enveloppe de la lampe, et en produisant avec la bouche une forte aspiration qui attire la flamme.

Nous ne répéterons pas ici quelles précautions doivent être prises contre tous ces accidens, ni

quels autres soins non moins indispensables doivent être apportés pour entretenir une circulation d'air continuelle, et pour empêcher toutes les explosions que pourraient produire beaucoup de causes tout-à-fait étrangères aux lampes de sûreté.

Il nous suffira de rappeler que quand l'air d'une mine est mélangé de gaz inflammable, la lampe de sûreté offre le double avantage de garantir le mineur des chances de détonnation qui sont les plus ordinaires et les plus fréquentes, et de lui signaler tous les autres dangers, en lui montrant que l'air est devenu explosif: c'est à sa prudence à les prévenir ou à les éviter.

§ 3. — MOYENS DE PÉNÉTRER SANS DANGER DANS LES LIEUX OÙ MANQUE TOTALEMENT L'AIR RESPIRABLE.

Pour qu'un homme puisse pénétrer et rester sans danger dans un lieu où manque totalement l'air nécessaire à l'entretien de la vie (1), il faut indispensablement que cet air, dont il a besoin pour respirer, lui soit fourni par un appareil particulier.

La forme et la construction de cet appareil doivent varier selon la profondeur et l'éloignement du lieu où l'homme devra pénétrer, et selon le temps pendant lequel il voudra y séjourner.

PREMIÈRE SORTE D'APPAREIL. — *Tube respiratoire ouvert à l'air libre.*

Lorsqu'il s'agira de descendre au fond d'un

(1) C'est-à-dire, l'air ordinaire ou atmosphérique, qui est composé de 0,79 de gaz azote et de 0,21 de gaz oxygène.

puits peu profond ou d'une carrière exploitée à ciel ouvert, et que ce puits et cette carrière sont remplis d'un gaz méphitique, on rencontrera ordinairement peu de difficultés, et l'on conçoit qu'on pourra aller, marcher, agir et demeurer sans danger au milieu de cette atmosphère mortelle, si l'on tient appliquée sur la bouche une sorte d'embouchure semblable à celle d'un *porte-voix*, et si à cette embouchure est adaptée l'extrémité d'un tube flexible qui soit assez long pour que son autre extrémité ouverte reste constamment dans l'air ordinaire hors du puits ou de la carrière.

A l'aide de ce tube, l'homme respirera par la bouche l'air qui lui est nécessaire, mais il faudra qu'il rejette par les narines l'air des poumons (1).

On pourra encore et plus facilement, au lieu de l'embouchure dont on vient de parler, faire usage d'un masque ou nez artificiel posé au-dessus de la bouche, attaché par des cordons derrière la tête, et auquel s'adapte aussi le bout d'un long tube flexible, qui a son autre bout ouvert dans l'air ordinaire.

Dans ce dernier cas, on fera les inspirations

(1) On lit, dans les *Fastes de la marine française*, par Turpin (in-4°. Paris, 1784, page 36), que les Cosaques qui exercent la piraterie sur la mer Noire se réfugient dans les *Palus-Méotides*, et se font couler bas avec leurs barques lorsqu'ils se voient poursuivis par les Turcs : enfoncés sous l'eau, ils conservent une respiration libre, par le moyen d'un roseau creux, dont ils tiennent un bout dans la bouche, et dont l'autre sort de l'eau, et ils attendent ainsi le retour de la nuit pour relever leurs barques et se soustraire aux poursuites de leurs ennemis.

par le nez, et l'air qui sort des poumons sera expiré par la bouche.

C'est ainsi que Pilâtre de Rosier (1) a pu, en 1785, descendre au fond d'une cuve de brasseur profonde de 4 mètres, et y rester des heures entières au milieu du gaz acide carbonique dont elle était remplie : il y agissait et marchait sans gêne et sans souffrance; il respirait facilement et rejetait sans peine l'air gâté des poumons; et plusieurs animaux qu'on a mis auprès de lui ont été promptement asphyxiés.

C'est aussi par un procédé analogue, mais convenablement modifié, que M. Klingert de Breslau, et plusieurs de ses ouvriers, en 1797, ont pu descendre dans l'Oder, y travailler sous l'eau à 6 ou 7 mètres de profondeur, scier des troncs d'arbres, attacher avec des cordes des masses pesantes englouties au fond du fleuve, etc., tandis qu'un aide, placé sur le rivage, tenait les tubes respiratoires ouverts dans l'atmosphère (2).

Nous ne devons pas dissimuler que l'embouchure appliquée sur la bouche, et le masque ou nez artificiel, demandent une certaine habitude

(1) Voyez un Mémoire ayant pour titre : *Description et usage du respirateur antiméphitique*, imaginé par Pilâtre de Rosier, avec un *Précis des expériences faites par ce physicien sur le méphitisme des fosses d'aisance, des cuves à bière*, etc., par M. Delaunay. Paris, chez Laurent, libraire, rue de Tournon, 1785. Voyez aussi le *Journal de physique*, 1786, et le *Journal des mines*, tome III, n°. 14.

(2) Voyez la *Description de la nouvelle machine à plonger*, par M. K.-H. Klingert. Breslau, 1799. Voyez aussi les *Annales des arts et manufactures*, par Oreilly, tome III.

pour faire à propos les inspirations et les expirations sans commettre d'erreur, et pour ne pas courir le risque de respirer, en aucun cas, du gaz méphitique.

Il est facile, au reste, de prévenir cet inconvénient en ajoutant, à l'embouchure qui se place sur la bouche, un petit tube métallique contenant deux soupapes (1). Ce tube a le même diamètre que le tube flexible qui vient y aboutir, et sa longueur n'a que 4 à 5 centimètres. L'une des soupapes est placée dans le petit tube, près de sa jonction avec le tube flexible, et s'ouvre en dedans pour laisser entrer l'air extérieur; l'autre est ajustée dans une tubulure latérale soudée au tube métallique: elle ne peut s'ouvrir qu'en dehors, pour laisser échapper l'air des poumons, et s'opposer à l'entrée des gaz méphitiques.

Cette disposition, qui complique un peu l'appareil, exige aussi qu'on ne fasse aucune inspiration par les narines, ou que, pour s'en empêcher plus sûrement, on se serve d'une pince à ressort qui comprime le nez (2). Avec cette dernière précaution, on est dispensé de toute expérience, et l'appareil respiratoire devient susceptible d'être employé avec un égal succès par ceux même qui n'auraient jamais essayé d'en faire usage.

L'appareil simple, qui ne consiste que dans une embouchure et un tube flexible, peut être tenu à la main, ou, ce qui vaut mieux, on peut l'arrêter et le fixer sur la bouche avec des rubans noués derrière la tête.

(1) Cette invention est due à M. Delaunaye. Voyez la description citée ci-dessus du *respirateur antiméphitique*.

(2) Cette pince peut avoir la forme d'un ressort de lunettes. Voyez *fig. 7*, pl. 3.

L'appareil aussi simple que le précédent, le masque (*fig. 1*, pl. III) qui doit s'appliquer sur le nez, et auquel s'adapte aussi un tube flexible, doit être maintenu au-dessus de la bouche par des courroies ou des rubans.

L'appareil à soupape (*fig. 2* et 8) est composé d'une embouchure adaptée à un petit tube métallique muni de deux soupapes, et auquel aboutit le tube flexible.

Ce même appareil peut contenir un autre tube en forme de bec (*fig. 4*), qui est destiné à être tenu dans la bouche.

Le tube flexible de ces différens appareils peut être fait en peau ou en taffetas enduit d'un vernis de gomme élastique; il doit être cousu avec soin, et soutenu intérieurement par des espèces de trachées ou des spires en fil de fer (1).

L'embouchure peut être faite en bois, en ivoire ou en métal garni de cuir, et doit s'appliquer exactement autour de la bouche.

Le petit tube qui contient les soupapes sera en métal, et les soupapes seront en cuir fortifié par une plaque en tôle ou en laiton.

Quant au tube en forme de bec (*fig. 4*), qui doit être tenu dans la bouche, et autour duquel on doit réunir les lèvres pour empêcher complètement le passage des gaz au milieu desquels on se trouve, il pourra être en ivoire, et sera vissé au centre de l'embouchure, dans le prolongement du tube des soupapes.

Cette première sorte d'appareil, si le tube flexible a 20 millimètres de diamètre, pourra

(1) Ces fils devront être huilés, pour empêcher que la rouille ne les détériore.

être employée avec beaucoup de facilité dans les carrières exploitées à ciel ouvert, ou dans les puits et les galeries dont la profondeur et la longueur n'excèdent pas 20 à 30 mètres.

Dans des puits plus profonds et des galeries plus longues, une plus grande longueur de tube d'un aussi petit diamètre opposerait trop de résistance au mouvement de l'air, et les aspirations ne pourraient se faire qu'avec beaucoup de peine.

Par les expériences qui ont été répétées à Breslau, et que nous avons citées ci-dessus, on a reconnu qu'on respirait beaucoup plus aisément à travers un tuyau de 16 mètres [50 pieds] de longueur et de 13 millimètres et demi de diamètre, qu'à travers le même tuyau quand sa longueur était de 32 mètres [100 pieds], et l'on a acquis la preuve que, dans ce dernier cas, la poitrine était promptement fatiguée.

Il s'ensuit évidemment que, quand la longueur du tube de conduite augmente, il faut augmenter en même temps le diamètre de ce tube.

Si donc on a à pénétrer dans un puits profond rempli de mofettes, ou si du fond de ce puits on doit se transporter dans des galeries dont l'air soit vicié, le premier tube qui est adapté à l'*embouchure* qu'on tient appliquée sur la bouche pourra conserver le diamètre de 20 millimètres sur une longueur de plusieurs mètres; mais il faudra que les tubes d'allonge qui seront successivement ajoutés, à mesure qu'on s'éloignera de l'orifice du puits, aient un diamètre proportionné à la distance totale à laquelle on devra parvenir.

Dans les deux circonstances que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire, au bas d'un puits profond et dans des galeries plus ou moins étendues, il

sera indispensable d'employer une lampe ou plutôt une bougie (1) pour s'éclairer : cette bougie sera renfermée dans une lanterne en verre épais bien close, et qui pourra être portée à la main ou accrochée sur la poitrine à la boutonnière de l'habit. On fournira à cette bougie l'air qui sera nécessaire à son aliment, en établissant une communication continuelle à l'aide d'un petit tube d'embranchement (2) entre la lanterne et le tube principal qui amène l'air extérieur; et on laissera les gaz, résidus de la combustion, s'échapper sans cesse par une ouverture pratiquée au sommet de la lanterne, ou, mieux, par les nombreux interstices d'un tissu métallique, lorsqu'on aura à craindre l'explosion du gaz inflammable (3).

Remarquons ici que si l'on avait quelque intérêt à économiser toute la dépense de l'air atmosphérique que consomme cette lanterne (4), on pourrait faire servir à son entretien l'air qui est

(1) La bougie doit être préférée, parce qu'elle n'aura pas besoin d'être mouchée.

(2) Il convient que cet embranchement soit plus petit que le tube principal, et que sa jonction avec ce tube soit à quelque distance de l'*embouchure* appliquée sur la bouche.

(3) Dans un petit ouvrage, imprimé chez P. Didot l'aîné, à Paris, en 1811, et ayant pour titre *Mémoire sur une nouvelle machine à plonger appelée TRIXON*, M. Frédéric de Drieberg a aussi proposé d'employer une lanterne lorsque le fond de la mer est obscur, et d'entretenir la combustion de la lampe de cette lanterne avec l'air même qui est amené par les tubes respiratoires.

(4) Ce cas aura lieu quand on sera forcé d'employer les appareils de la deuxième sorte, dont il sera question ci-après.

expiré par les poumons (1), et qui contient encore environ un sixième de gaz oxigène (2).

Il suffira en effet, pour cela, d'ajouter à l'appareil respiratoire un petit tuyau flexible, dont une extrémité aboutisse au fond de la lanterne, et dont l'autre soit adaptée, ou sur la tubulure qui renferme la soupape d'expiration, si l'appareil a des soupapes, ou sur un masque qui sera appliqué sur la bouche, si les expirations doivent se faire immédiatement par la bouche. Dans tous les cas, il faudra que l'air rejeté par les poumons parvienne sans interruption autour de la mèche et sans former un courant qui l'éteigne.

Nous avons supposé, dans tout ce qui précède, que la mine où il s'agit de pénétrer était entièrement remplie de gaz méphitique dans toute son étendue et jusqu'à la surface du sol; mais si l'air était pur et semblable à l'air de l'atmosphère extérieure, dans quelque partie de la mine, il serait inutile de prolonger le tube flexible jusqu'au dehors du puits; il suffirait de tenir son extrémité ouverte dans l'endroit où l'on aura reconnu que l'air ne contient aucun mélange de mofette et peut être respiré.

DEUXIÈME SORTE D'APPAREIL. — *Tubes respiratoires adaptés à des réservoirs d'air portatifs.*

Quoique les appareils respiratoires dont nous venons de parler puissent être employés pour

(1) Ce moyen d'éclairer sans augmenter la dépense d'air a été proposé en 1812 par M. A. G. Voyez le *Journal des mines*, tome XXXII, page 75.

(2) L'air ordinaire contient 0,21 de gaz oxigène lors-

pénétrer, au milieu d'une atmosphère méphitique, dans des puits profonds, et jusqu'aux extrémités de longues galeries, quand on a soin de proportionner le diamètre des tubes de conduite à leur longueur, il faut cependant reconnaître que ces appareils conviennent mieux pour des exploitations à ciel ouvert, et pour tous les cas où les puits ont peu de profondeur et les galeries peu d'étendue: leur usage pourrait rencontrer plus d'une difficulté, s'il fallait prolonger, à une grande distance et à travers tous les détours d'une vaste exploitation, le tube flexible, dont l'extrémité ouverte doit toujours être maintenue dans un air pur et sans mélange de mofettes.

Une autre sorte d'appareil, qui a été employée dans les mines du Hartz par M. de Humboldt (1), méritera, sans aucun doute, d'être préférée dans les mines profondes, et sur-tout lorsqu'il s'agira d'arriver promptement au fond des puits et aux extrémités les plus reculées des galeries.

Les appareils de cette deuxième sorte diffèrent de ceux que nous avons décrits en ce que le tube respiratoire adapté à l'embouchure qui s'applique sur la bouche est toujours très-court et communiqué par son autre bout avec un réservoir plus ou moins grand, et qui contient de l'air ordinaire, pur et propre à être respiré.

Le réservoir, qui est une partie essentielle de

qu'il entre dans les poumons; il perd environ 0,03 de ce gaz pendant l'acte de la respiration, qui sont transformés en gaz acide carbonique, de sorte que l'air expiré contient encore 0,18 de gaz oxigène.

(1) Voyez le tome VIII du *Journal des mines*, page 849, et le tome II de la *Richesse minérale*, par M. Héron de Villefosse, pages 137 et 140.

ces appareils, peut être porté à dos comme un havresac par l'homme même à qui il doit servir, ou bien il peut être transporté dans un petit char à quatre roues, que l'homme pousse devant lui comme un chariot de mine, ou qu'il tire derrière lui à l'aide d'une bricole (1).

Dans tous ces cas, il doit être fait d'une matière souple, soit en peau, soit en taffetas gommé ou en toile vernie, afin qu'il puisse s'affaisser de lui-même à mesure que l'air en est aspiré (2). On le remplit d'air atmosphérique au moyen d'un soufflet ordinaire muni d'une soupape, et on le ferme soit par un robinet, soit même en nouant et en étranglant avec un cordon l'orifice qui a servi à y introduire l'air (3).

PREMIER CAS. — *Réservoir porté à dos.*

Lorsque ce réservoir doit être porté à dos, on peut lui donner une capacité de 210 décimètres cubes, ou 1 mètre en longueur, 6 décimètres en largeur, et 55 centimètres en épaisseur. Ce volume d'air est à-peu-près celui qui est nécessaire à un homme pour respirer pendant quinze à seize minutes (4). Dans beaucoup de circonstances, ce

(1) On pourrait encore, si on le trouvait plus commode, porter deux réservoirs d'air, pendus de chaque côté aux épaules, comme les deux seaux d'un porteur d'eau.

(2) On pourrait aussi employer à cet usage les vessies des grands animaux.

(3) Si l'on remplissait ce réservoir de gaz oxygène pur ou mêlé avec de l'air atmosphérique, il servirait plus longtemps à la respiration : mais ce gaz coûte cher à obtenir ; on n'en aura pas toujours à sa disposition au moment où il faudra se servir de l'appareil, et l'on sait d'ailleurs qu'on ne peut pas le respirer long-temps sans inconvénient.

(4) Le nombre d'inspirations qu'on peut faire dans un

temps suffira pour porter des secours à des ouvriers asphyxiés au fond d'une mine et les ramener au dehors.

On doit enfermer ce réservoir d'air dans une sorte de cage ou de panier en osier, pour qu'il conserve sa forme aplatie quand il est plein d'air, et aussi pour le garantir des frottemens et des chocs qui pourraient, dans la traversée de la mine, le déchirer ou le trouer.

L'homme qui veut faire usage de cet appareil pour descendre dans une mine remplie de moquettes commence par se l'attacher sur les épaules avec des courroies comme celles qui servent à fixer le sac du soldat.

Il applique ensuite et fixe sur la bouche l'embouchure à soupapes de la *fig. 6*, à laquelle s'adapte un tube flexible qui n'a que 4 ou 5 décimètres de longueur et 15 millimètres de diamètre, et dont l'autre extrémité aboutit au réservoir et communique avec l'air qui le remplit.

Enfin il accroche en avant à la boutonnière de

temps donné varie selon les individus : les uns n'en font que douze à treize dans une minute ; d'autres en font vingt-six à vingt-sept dans le même temps. Si l'on prend le nombre 20 pour le nombre moyen des inspirations par minute, ou 28,800 inspirations par vingt-quatre heures, et qu'on admette, avec Thomison, que la quantité d'air inspirée qui entre à chaque fois dans les poumons, et qui en sort ensuite par l'expiration, est de 656 centimètres cubes (ce qui fait à-peu-près le septième de toute la quantité d'air que les poumons peuvent contenir ordinairement), on trouve que la quantité d'air inspirée est de 13,120 centimètres cubes par minute, 787 décimètres cubes $\frac{2}{3}$ par heure, et de 18,882 décimètres cubes ou 19 mètres cubes environ par jour. Cette dernière quantité représente un poids de 24 kilogrammes, ou à-peu-près.

son habit une lanterne contenant une lampe ou une bougie, et qui reçoit l'air expiré par les poumons, comme nous l'avons précédemment indiqué (1).

L'homme ainsi armé peut alors descendre sans crainte dans un puits plein de gaz méphitique, et s'avancer d'un pas assuré jusqu'au fond des chambres d'exploitations; il pourra y agir librement et sans gêne. Mais il devra se hâter; ses instans sont comptés, il faut que la petite provision d'air qu'il porte avec lui lui serve encore pour se retirer.

La nécessité de ne donner que de petites dimensions au réservoir qu'on doit porter avec soi a fait imaginer qu'on pourrait augmenter par la compression la quantité d'air qu'il contient, pour qu'il servit plus long-temps à la respiration. C'est dans cette vue que M. A. G. a proposé (2) de condenser l'air au tiers de son volume ordinaire, dans un réservoir en cuivre laminé, fortifié par des bandelettes de fer, et qu'on porterait appliqué sur la poitrine comme un plastron.

Il est évident qu'on pourrait ainsi augmenter la provision d'air sans faire varier la capacité du réservoir (3). Mais il faudra régler l'écoulement de l'air, dont la vitesse et la densité diminueront sans cesse depuis le commencement jusqu'à la fin,

(1) Voyez ci-dessus la page 43. Voyez aussi la *fig. 5*.

(2) Voyez le *Journal des mines*, t. XXXII, page 72 et suiv.

(3) L'air étant comprimé au tiers de son volume ordinaire, cette provision ne sera que doublée, parce que les deux tiers seulement s'écouleront par le tube respiratoire,

et fournir aux poumons de l'air réduit à la densité ordinaire, et qu'ils puissent aspirer comme dans leurs fonctions habituelles. Bornons-nous à faire observer que la position du réservoir en avant de la poitrine ne permet de lui donner que peu de hauteur et peu d'épaisseur, afin que l'homme qui le porte ne soit jamais gêné dans ses mouvemens et qu'il puisse, au besoin, se baisser jusqu'à terre. Il serait plus commode de le porter à dos, ce qui d'ailleurs permettrait de lui donner plus de volume.

Ajoutons que si l'on voulait augmenter encore la provision d'air par une plus grande compression, on ne pourrait le faire qu'en augmentant en même temps la résistance et le poids des parois du réservoir.

DEUXIÈME CAS. — *Réservoir porté sur un chariot de mineur.*

Lorsqu'on prévoit qu'il faudra rester dans une atmosphère méphitique plus long-temps que ne le permet le réservoir dont nous venons de parler, on doit employer un réservoir d'une capacité plus grande.

On peut lui donner 2 mètres de longueur, 5 décimètres de largeur et 85 centimètres de hauteur. Sa capacité sera ainsi de 850 décimètres cubes; il pourra passer facilement dans les ga-

et que l'action des poumons sera insuffisante pour aspirer le dernier tiers. Il est vrai que, dans ce cas, on pourrait faciliter cette aspiration en ouvrant par un robinet une communication avec l'air ambiant; mais le mélange qui se ferait alors ne pourrait pas être respiré sans danger, s'il contenait un dixième de gaz acide carbonique.

leries ordinaires, et il suffira pour la respiration d'un homme de taille moyenne pendant plus d'une heure. On l'enfermera dans une cage prismatique à barreaux en bois pour le mettre à l'abri de tout accident, et on le placera sur un petit chariot à quatre roues comme ceux des mineurs (1).

L'homme qui traînera ce chariot tiendra appliquée sur sa bouche l'embouchure dont nous avons parlé ci-dessus (voyez *fig.* 5 et 6), et qui communiquera par un tube flexible avec l'air du réservoir. Il portera aussi une lanterne, attachée à sa boutonnière comme dans le cas précédent, et dont la flamme sera entretenue par l'air expiré des poumons. Le tube de communication entre l'embouchure appliquée sur la bouche et le réservoir porté sur le chariot devra être de plusieurs mètres de longueur, afin que quand l'homme sera arrivé au lieu où il devra agir, il puisse s'éloigner plus ou moins du chariot et faire librement tout ce que les circonstances exigeront (2).

TROISIÈME CAS. — Réservoirs successivement remplacés.

Si le réservoir de 850 décimètres cubes d'air

(1) On pourrait aussi mettre au-dessus de ce réservoir un couvercle en bois qui glisserait contre les barreaux de la cage, et aiderait par son poids à la sortie des dernières portions de l'air qui y est contenu.

(2) Si l'on adoptait l'usage des réservoirs métalliques contenant de l'air comprimé, il serait indispensable d'employer ou un sac de peau, ou une sorte de gazomètre qu'on remplirait successivement avec l'air de ce réservoir, toutes les fois qu'il serait vidé, et ce serait l'air de densité ordinaire contenu dans ce sac ou ce gazomètre que l'homme aspirerait.

était insuffisant pour le temps qu'on aura besoin de passer au fond de la mine, il ne faudrait pas songer à en employer un de plus grande dimension, parce qu'il arriverait souvent qu'il ne passerait pas dans des galeries basses, étroites ou sinueuses. Il vaudrait mieux essayer de traîner deux chariots et leurs réservoirs l'un à la suite de l'autre; mais si ce moyen était impraticable, on aurait la ressource de faire amener par un autre ouvrier un nouveau chariot et une nouvelle provision d'air. On pourrait même substituer ainsi successivement des réservoirs pleins aux réservoirs vides.

On concevra aisément que, pour que ce service puisse s'exécuter avec sûreté, *l'ouvrier pourvoyeur* devra être muni, pour lui-même, d'un réservoir d'air porté à dos, comme on l'a vu page 46, et les réservoirs sur les chariots auront des ajutages en cuivre à robinet et à vis, pour s'adapter aux tubes respiratoires de l'homme qui devra demeurer dans l'atmosphère méphitique du fond de la mine.

Celui-ci n'aura d'autre soin à prendre, pour ne pas manquer d'air, que de dévisser l'extrémité du tube qui tient au réservoir, un moment avant qu'il soit entièrement vidé, et de l'assembler sur-le-champ sur un réservoir plein (1).

(1) Si c'était un inconvénient que la respiration fût interrompue pendant quelques instans très-courts qui seront nécessaires pour déplacer et replacer le tube respiratoire, on leverait toute difficulté à cet égard, en terminant ce tube par une double branche munie de deux ajutages à robinet et à vis. On commencerait par assembler une des

TROISIÈME SORTE D'APPAREIL. — *Tubes respiratoires adaptés à des soufflets et à des tuyaux de conduite d'air.*

L'emploi des réservoirs d'air remplacés successivement par de nouveaux réservoirs pleins, à mesure qu'ils se vident, permet de prolonger, pour ainsi dire, indéfiniment le séjour qu'on peut avoir besoin de faire au fond et aux extrémités d'une mine remplie de mofettes, quelles que soient d'ailleurs sa profondeur et son étendue.

Ce moyen simple et facile offre tant d'avantages, qu'on pourrait croire inutile d'en chercher un meilleur; cependant, comme les ouvrages souterrains pratiqués à différens niveaux peuvent quelquefois ne se communiquer que par des passages si étroits et si tortueux, qu'il serait impossible d'y faire passer les réservoirs d'air avec leurs chariots, nous allons indiquer une troisième sorte d'appareil qui pourrait, dans certains cas, avoir une utile application.

Cette troisième sorte d'appareil exige, comme ceux que nous avons décrits jusqu'ici, une embouchure, à laquelle est adapté un tube respiratoire; mais ce tube, au lieu de communiquer, soit à l'air libre par le moyen d'un long tube de conduite, soit avec un réservoir plein d'air par le moyen d'un tube très-court (comme dans les deux premières sortes d'appareils), communique avec des soufflets qui lui transmettent l'air pur

branches sur le réservoir plein, avant d'enlever celle qui tient au réservoir vide.

et propre à être respiré. L'emploi de ces soufflets a pour but principal d'éviter aux poumons la fatigue que ne manquerait pas de leur causer l'aspiration de l'air long-temps continuée à travers des tuyaux d'un petit diamètre et d'une longueur considérable.

Dans une machine à plonger, imaginée par M. de Drieberg (1), deux soufflets sont portés à dos et mis en mouvement par l'homme même qui veut pénétrer au fond de l'eau, et ils transmettent immédiatement dans le tube respiratoire dont cet homme est muni l'air qu'ils aspirent par un tube d'une longueur plus ou moins grande.

Dans un appareil proposé en 1814 pour faciliter l'enlèvement des asphyxiés (2), M. Brizé-Fradin fait aussi usage d'un soufflet; mais il le fait porter à dos et mouvoir par un aide qui se tient toujours dans une partie de la mine où l'air est pur et sans mélange de mofettes, et l'air expulsé par ce soufflet est conduit par un tuyau de longueur suffisante jusqu'au tube respiratoire, dont il faut que soit muni celui qui doit aller secourir les asphyxiés au fond du puits rempli de gaz méphitique.

On ignore si ces deux moyens, presque semblables, de pénétrer au fond de l'eau et dans une

(1) Voyez le mémoire déjà cité, sur une nouvelle machine à plonger appelée *triton*. Paris, Didot aîné, 1811.

(2) Voyez un ouvrage ayant pour titre : *Secours à employer dans l'exploitation des mines de houille, préservatifs contre les émanations métalliques, suivis d'un moyen nouveau pour enlever les asphyxiés*; par Brizé-Fradin. Paris, Chaigneau aîné, 1814.

atmosphère où manque l'air respirable, ont été essayés avec des tubes d'une grande longueur, et s'ils l'ont été avec un plein succès. Ils auraient l'avantage de fournir de l'air respirable à toute distance, à travers les passages les plus impraticables et sans aucune discontinuité; mais il est à craindre qu'ils ne présentent beaucoup de difficultés dans l'usage. L'expérience seule pourra faire apprécier le mérite de ces deux inventions.

On n'entrera ici dans aucun détail sur la disposition, le jeu et l'emploi des différentes parties de ces derniers appareils. On se bornera à faire remarquer que la capacité et la vitesse des soufflets devront être combinées de manière qu'ils puissent fournir 13 à 14 décimètres cubes d'air par minute, pour chaque homme dont il faudra entretenir la respiration.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche 1.

- FIG. 1^{re}. Lampe de sûreté, munie d'un tube nourricier.
2. Coupe du réservoir de cette lampe.
3. Coupe du même réservoir, dont le tube nourricier est recourbé comme un siphon.
4. Plan de ce réservoir vu par-dessus.
5. Plan du même réservoir vu par-dessous.
6. Enveloppe ou cheminée cylindrique en toile métallique, terminée au sommet par un chapiteau de cuivre rouge percé de petits trous.
7. Cage qui sert à recouvrir l'enveloppe de toile métallique, et à la défendre de tout choc.
- 8 et 9. Plan et élévation du porte-mèche.

Planche II.

- FIG. 10. Lampe de sûreté sans tube nourricier.
11. Coupe du réservoir de cette lampe.
12. Plan du réservoir vu par-dessus.
13. Plan de ce même réservoir vu par-dessous.
14. Enveloppe de toile métallique, recouverte à son sommet par une deuxième enveloppe, et fixée, par son bord inférieur, sur une virole de cuivre.
- 15 bis. Coupe de la partie inférieure de cette enveloppe assemblée sur la cage de la fig. 10.
15. Enveloppe ou cheminée cylindrique en cuivre laminé, percée de petits trous rectangulaires.
16. Clef de la lampe.
17. Tige à vis, pour fermer la lampe de la fig. 10.
18. Plan du crochet qui sert à régler la mèche.
19. Spirale de platine suspendue à un support, dont le bout inférieur s'ajuste dans un tuyau quadrangulaire soudé sur le porte-mèche.
20. Spirale de platine placée sur la plaque du porte-mèche.
21. Plaque du porte-mèche, portant un réflecteur.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans toutes les figures.

- a. Réservoir d'huile.
- b. Anneau ou collet cylindrique élevé au-dessus du réservoir. Sa surface verticale intérieure est taillée en écrou.
- c. Tube nourricier pour servir à introduire l'huile dans le réservoir. Son orifice extérieur se ferme avec une vis en cuivre.
- d. Tube ouvert par les deux bouts. Il est soudé sur le fond du réservoir, et s'élève jusqu'au-dessus de la plaque du porte-mèche.
- e. Tige recourbée, qui remplit exactement le tube *d*, et sert à régler la mèche.

- f.* Languette ou plaque d'arrêt pour arrêter la tige *e*, et l'empêcher de retomber sur la mèche.
- g.* Tube qui traverse les deux fonds du réservoir, sur lesquels il est soudé. Il renferme un écrou dans lequel se visse la tige *g*, qui sert à fermer la lampe.
- h.* Porte-mèche.
- i.* Plaque horizontale du porte-mèche.
- k.* Ouverture rectangulaire dans le tuyau du porte-mèche.
- l.* Enveloppe ou cheminée cylindrique en toile métallique.
- m.* Bord inférieur de cette cheminée. Il est replié en dehors.
- n.* Virole ou rondelle de cuivre, sur laquelle est fixé le bord inférieur de l'enveloppe de toile métallique.
- o.* Deuxième enveloppe de toile métallique au-dessus du sommet de la première.
- p.* Chapiteau en cuivre, percé de petits trous, et adapté au sommet de l'enveloppe cylindrique *l*, en toile métallique.
- q.* Cage composée de cinq barreaux en gros fils de fer, fixés, par un bout, sur l'anneau ou virole de cuivre *r*, et par l'autre bout sur une plaque de tôle *s*.
- t.* Crochet pour porter ou accrocher la lampe.
- u.* Cache-entrée qui sert à boucher le tube *g*.

Planche III.

- FIG. 1^{re}.** Masque ou nez artificiel, maintenu par des rubans et adapté à un tube respiratoire.
- 2 et 3.** Embouchure adaptée à un petit tube muni de deux soupapes, vue en plan et en élévation.
- 4.** Coupe d'une embouchure semblable à celle de la figure précédente, mais à laquelle on a ajouté un tube en forme de bec, qui entre

dans la bouche, et autour duquel on réunit les lèvres.

- FIG. 5.** Embouchure à soupapes, avec deux tubes flexibles d'aspiration et de respiration.
- 6 a.** Plan de cette embouchure vue par-dessus.
- 6 b.** Élévation de cette embouchure vue en dehors, et coupe des tubes à soupapes.
- 6 c.** Élévation de l'embouchure vue en dedans.
- 6 d.** Élévation de l'embouchure vue de côté.
- 7.** Pince à ressort, pour comprimer le nez et empêcher toute respiration par les narines.
- 8.** Embouchure munie de deux soupapes à charnière, et d'un long tuyau flexible tenu ouvert à l'air libre.

Table des matières.

§ Ier. — OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES SUR L'AÉRAGE ET L'ÉCLAIRAGE DES MINES.	Pag. 3
§ — II. LAMPES DE SURETÉ.	10
1°. Propriété de cette lampe.	<i>ib.</i>
2°. Sa forme et sa construction.	11.
<i>a.</i> Réservoir d'huile.	<i>ib.</i>
<i>b.</i> Enveloppe imperméable à la flamme.	14
<i>c.</i> Cage qui sert à recouvrir et fixer l'enveloppe.	16
3°. Avantage de cette lampe.	<i>ib.</i>
4°. Emploi de cette lampe quand l'atmosphère est explosive.	19
5°. Usage de cette lampe lorsqu'elle vient à s'éteindre dans une atmosphère surchargée de gaz inflammable.	21
6°. Soins qu'exige la lampe de sûreté.	24
7°. Réponses à quelques objections.	31
§ III. — MOYENS DE PÉNÉTRER SANS DANGER DANS LES LIEUX OU MANQUE TOTALEMENT L'AIR RESPIRABLE.	37
<i>Première sorte d'appareil.</i> — Tube respiratoire ouvert à l'air libre.	<i>ib.</i>
<i>Deuxième sorte d'appareil.</i> — Tubes respiratoires adaptés à des réservoirs d'air portatifs.	44
<i>a.</i> Réservoir porté à dos.	46
<i>b.</i> Réservoir porté sur un chariot de mineur.	49
<i>c.</i> Réservoirs successivement remplacés.	50
<i>Troisième sorte d'appareil.</i> — Tubes respiratoires adaptés à des soufflets et à des tuyaux de conduite.	52
EXPLICATION DES PLANCHES.	54

Circulaire à MM. les Préfets, concernant l'instruction précédente, sur les lampes de sûreté.

Paris, le 10 mai 1824.

Monsieur le Préfet, l'Administration générale des mines a fait, par ses instructions et avec le concours et les lumières des Ingénieurs employés dans les départemens, tout ce qui pouvait dépendre d'elle pour éclairer les concessionnaires et les exploitans sur les dangers que présentent sur-tout les mines de houille, et pour veiller à la sûreté des ouvriers.

Le 17 février 1813, une instruction sur le caractère des accidens auxquels les ouvriers mineurs sont exposés, et sur la nature des secours qui doivent leur être administrés lorsque ces accidens ont lieu, fut envoyée à MM. les Préfets avec une circulaire relative à l'exécution du décret du 3 janvier 1813, concernant la police des mines.

Je vous prie de vous faire représenter ce décret et la circulaire, et de bien vous pénétrer des dispositions qu'ils renferment.

En 1816, on a publié, dans le tome I^{er}. des *Annales des Mines*, une description détaillée des expériences qui ont été faites dans le laboratoire de l'École royale des mines, pour constater les propriétés et l'efficacité de la lampe de sûreté à l'usage des mineurs.

J'ai fait indiquer successivement dans le même ouvrage tous les perfectionnemens que cette lampe a reçus.

MM. les Ingénieurs des mines se sont empressés de faire connaître ces résultats et ces amélio-

rations dans toutes les mines qu'ils ont visitées et à toutes les personnes qui ont eu recours à eux.

Enfin j'ai ordonné, conformément aux dispositions du décret sur la police des mines, l'emploi exclusif des lampes de sûreté dans des mines qui avaient été le théâtre d'événemens malheureux occasionnés par l'impéritie ou par l'imprudence, et où il était dangereux de conserver le mode d'éclairage ordinaire.

Ce qui doit le plus affliger, c'est que les malheurs auraient pu être en partie évités si la routine et l'imprévoyance ne s'obstinaient pas à repousser des moyens de salut bien connus, d'un usage et d'une application faciles et peu dispendieux.

Je crois donc devoir appeler, M. le Préfet, toute votre sollicitude sur les précautions qui doivent être prises pour éviter les principaux dangers auxquels sont souvent exposés ceux qui se livrent aux travaux des mines, et sur les moyens qui peuvent servir à leur porter des secours lorsqu'ils sont atteints.

J'ai fait rédiger une instruction sur l'emploi des lampes de sûreté et sur les moyens de pénétrer dans les lieux où manque totalement l'air respirable. Cette instruction est accompagnée de trois planches.

Je vous envoie exemplaires de cette instruction. Je vous invite à la faire connaître à tous ceux qui s'occupent de l'exploitation des mines dans votre département : ils y trouveront des détails sur la nécessité indispensable d'aérer sans cesse les excavations souterraines ; sur l'utilité précieuse des lampes à enveloppe de tissu métallique, et sur les avantages qu'on peut retirer, en

certaines circonstances, des appareils respiratoires.

Une expérience répétée tous les jours, depuis huit ans, dans les mines nombreuses de plusieurs contrées de l'Europe, a pleinement confirmé toute l'efficacité de la lampe de sûreté. Il est reconnu qu'elle a le double avantage de ne pas produire l'explosion du gaz hydrogène carboné, et de signaler au mineur (*en lui montrant, par le volume et la couleur de la flamme, que l'air des galeries est devenu explosif*) le danger imminent des détonnations qui pourraient être occasionnées par des causes étrangères. L'intérêt bien entendu des exploitans aurait dû, depuis longtemps, leur faire adopter ce mode d'éclairage dans toutes les mines où ils ont à craindre la présence du gaz inflammable : un motif plus puissant, l'intérêt de l'humanité et les dispositions des réglemens leur en font une loi ; ils ne doivent pas hésiter à accueillir ce moyen de salut pour les mines et pour les mineurs.

Les appareils qui servent pour pénétrer dans les lieux méphitisés n'ont pas été souvent employés ; mais leur utilité ne peut être mise en doute. Les tubes respiratoires ouverts à l'air libre, et les réservoirs portatifs, ont été essayés avec succès. Leur emploi, en beaucoup de cas, présentera peu de difficultés, et l'usage seul apprendra quelles sont les améliorations dont ils sont susceptibles.

Il est donc à désirer que les exploitans des mines se procurent plusieurs de ces appareils, et qu'ils les tiennent constamment en état de servir.

Il ne serait pas inutile que les grandes villes

en eussent aussi quelques-uns à leur disposition : il n'arrivera que trop souvent qu'ils pourront être employés pour porter des secours aux ouvriers asphyxiés dans les caves, les égouts et les puits.

Je vous prie de me faire connaître les noms des propriétaires de mines qui se distingueront par leur zèle et leur empressement à multiplier, sur leurs exploitations, tous les moyens de précautions et de secours que réclame la sûreté des hommes.

Je solliciterai les récompenses du gouvernement : 1°. pour tous ceux qui ajouteront quelques perfectionnemens aux appareils respiratoires, ou qui en rendront l'emploi plus facile et plus sûr ; 2°. et sur-tout pour ceux qui, à l'aide de ces moyens, auront eu le bonheur de rappeler à la vie les ouvriers frappés d'asphyxie au fond de leurs ateliers souterrains.

Mais il est du devoir de l'Administration de prévenir, autant que possible, les accidens. Plusieurs Préfets ont pris des arrêtés spéciaux pour obliger les exploitans à faire employer les lampes de sûreté dans les mines où l'on peut redouter l'explosion du gaz hydrogène. J'ai approuvé ces arrêtés, ils ont eu les plus heureux effets ; et telle mine, qui naguère n'avait pas une lampe de sûreté, en compte deux mille aujourd'hui. Les exploitans eux-mêmes bénissent les effets de la mesure qu'on leur a imposée.

Je vous invite, M. le Préfet, à prescrire les mêmes dispositions, par-tout où il sera nécessaire, et à ordonner toutes les mesures de sûreté convenables pour l'éclairage et l'aérage des exploitations, après avoir entendu MM. les In-

génieurs des mines. Le titre II du décret du 3 janvier 1813 sur la police des mines vous donne toute l'autorité suffisante, et vous trouverez toujours l'Administration supérieure disposée à vous seconder.

Je vous prie de m'accuser réception de cette instruction, d'en faire parvenir un exemplaire à MM. les Sous-préfets, et de la faire insérer dans le journal du département et dans les feuilles publiques, s'il est possible.

Comme une partie de l'instruction est applicable dans toutes sortes de travaux et de lieux, je viens de l'adresser à MM. les Ingénieurs des mines et à MM. les Ingénieurs des ponts et chaussées.

La constance de l'Administration ne doit point se lasser par les obstacles qu'elle rencontre. Elle doit renouveler les conseils et les instructions, et s'ils ne sont point écoutés, ordonner ce qui est convenable et conforme aux réglemens : le bien ne s'opère que lentement ; la conservation d'hommes laborieux et utiles à la société sera le prix de nos efforts répétés.

J'ai l'honneur d'être, avec la considération la plus distinguée, M. le Préfet, votre très-humble et très-obéissant serviteur,

Le Conseiller d'état, Directeur général des ponts et chaussées et des Mines,

BECQUEY.

Pour ampliation : *Le Chef de la Division des Mines,*

LAUBRY.

ÉCLAIRAGE PAR LE NAPHTE.

(*Allg. handlungs-zeitung* de Nuremberg, 1824, et Bull. des Sc. techn. 1825.)

M. Joseph Hecker, contrôleur des salines et administrateur des mines à Truskawetz en Gallicie, a trouvé que le naphte brûle bien mieux que les autres huiles dans les mines où règne un mauvais air, et qu'il nuit moins à la santé des ouvriers. La force de la lumière du pétrole est à celle de l'huile de colza comme 1000 : 831,3, et à celle du suif comme 1000 : 500,3, en supposant que la première brûle d'une petite flamme. La quantité de naphte brûlée pour un même éclairage est à celle du suif comme 1000 : 925,74, et à celle de l'huile de colza comme 1000 : 673,28. L'huile de houille, qui est en même proportion que le naphte, lui est préférable, parce qu'elle coûte moins cher. L'huile d'os est celle qui répand la clarté la plus brillante. Dans l'éclairage des mines, où règne un mauvais air, l'huile de colza et le suif s'éteignent lorsque le naphte, le pétrole et l'huile d'os brûlent encore; mais les premiers s'éteignent très-facilement au moindre coup ou au moindre courant d'air; ce qui fait que dans ce cas l'huile d'os est d'un meilleur usage. M. Hecker a trouvé que dans ces mines l'air qui n'incommode pas les hommes ne contient que 18,53 parties d'oxygène, tandis que l'air libre en contient 21,79. Ordinairement le suif ou l'huile de colza s'éteint à l'air lorsque celui-ci est réduit à 18,1 parties d'oxygène, tandis que le naphte brûle encore à 13,8. L'huile d'os présente la même propriété.

CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

1. *Sur une relation remarquable qui existe entre la forme cristalline, le poids d'un atome et la pesanteur spécifique de plusieurs substances*; par M. A.-F. Kupffer, professeur à l'Université de Casan en Russie. (Ann. de Ch., t. XXV, p. 337.)

En calculant les volumes des formes primitives de différens cristaux, j'ai trouvé un rapport très-simple qui existe entre les volumes, les pesanteurs spécifiques et les poids des atomes : on peut exprimer ce rapport par l'équation :

$$\frac{ps}{\gamma} = \frac{p's'}{\gamma'}, \text{ ou } s' = \frac{ps}{\gamma} \cdot \frac{\gamma'}{p'}$$

dans laquelle p et p' désignent les poids des atomes de deux substances différentes, s , s' leurs pesanteurs spécifiques, γ et γ' les volumes de leurs formes primitives, le demi-axe étant supposé égal à l'unité; toutefois, ce rapport n'a lieu que pour une des valeurs que peuvent avoir le poids de l'atome et le volume de la forme primitive d'une substance quelconque, ou, si l'on prenait d'autres valeurs, qu'autant qu'on les multiplierait ou qu'on les diviserait par l'un des nombres suivans, 2, 3, 4, 6 ou 8, nombres qui sont très-petits, et qui expriment d'ailleurs les rapports de ces mêmes valeurs les unes avec les autres.

Pour voir si cette loi était la même pour toutes les substances cristallisées, j'ai entrepris de mesurer de nouveau, avec une grande précision, les angles de plusieurs cristaux dont je pouvais supposer la composition chimique et la pesanteur spécifique suffisamment connues. Je me suis

servi, à cet effet, d'un goniomètre de Wollaston, auquel était adaptée une lunette d'une manière convenable; j'ai multiplié les observations, et j'ai soumis les résultats à un calcul fondé sur la théorie des probabilités, établie par M. de Laplace.

Mes expériences m'ont appris que ceux des angles des cristaux qui théoriquement devraient être identiques diffèrent cependant presque toujours un peu, et quelquefois de plusieurs minutes: on voit par là que la nature de l'objet ne permet pas une exactitude au-delà des minutes, et qu'il serait inutile d'employer des instrumens encore plus exacts que celui dont je me suis servi.

Pour mettre sous les yeux les résultats que j'ai tirés de mes observations, j'ai disposé toutes les substances dont les angles sont suffisamment connus, en quatre tables, suivant le système de cristallisation auquel elles appartiennent. Le rhomboïde, l'octaèdre régulier, l'octaèdre à base carrée, et l'octaèdre à base rhombe, sont les quatre formes auxquelles toutes les autres peuvent être rapportées. Le système des rhomboïdes comprend aussi les prismes hexaèdres réguliers; celui des octaèdres à base carrée comprend aussi les prismes droits et obliques à base rhombe, et les prismes et octaèdres à base rectangle oblongue; les dodécaèdres rhomboïdaux, les tétraèdres et les cubes entrent dans le système de l'octaèdre régulier.

En tête de chaque table est une substance dont le poids d'atome, le volume, et la pesanteur spécifique sont connus. Au moyen de ces données et des poids d'atome et des volumes des autres substances qui suivent, j'ai calculé leurs pesanteurs spécifiques, et j'ai placé à côté la pesanteur spéci-

fique déterminée par l'observation, afin qu'on puisse voir jusqu'à quel point il y a concordance.

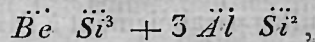
I. *Rhomboïdes.*

Poids d'atome.	Volume.	Pesant. spécifique calculée.	Pesanteur spécifique observée.
Chaux carbonatée. 1262,7	3,1643	...	2,696 Biot.
Fer oligiste. 978,4	4,6452	5,1084	5,012—5,218
Quarz. 596,4	1,4318	2,58	2,63
Chaux phosphatée. 1470,3 ($\frac{3}{4}$)	4,280	3,132	3,130
(a) Béril. 2752,3 ($\frac{3}{4}$)	6,9599	2,7209	2,72
3 Si ² Al+2 Be Si ³			
(a) Émeraude. 2698,6 ($\frac{3}{4}$)	...	2,775	2,775
3 Si ² Al+ $\frac{1}{2}$ Si ³ Be+ $\frac{1}{6}$ Si ³ Ch			
* Corindon. 321,16 ($\frac{3}{4}$)	1,245	4,177	4,07
II. <i>Octaèdres à base rhombe.</i>			
Baryte sulfatée. . . 2916,18	1,4259	...	4,481 Malus.
	l'axe parallèle à d : d.		
Topaze. 7971,78	3,10170	3,585	3,55
	l'axe parallèle à M : M.		
Arragonite. . . . 1262,7	0,39913	2,8972	2,9267 Biot. 2,897 Strohm.
	l'axe parallèle à M : M.		
Strontiane sulf. . . 2296,9	0,99321	3,963	3,958
	l'axe parallèle à d : d.		
Plomb sulfaté. . . . 3791,3	2,516	6,082	6,0717
	l'axe parallèle à P : P.		
* Plomb carbonat. 3339,3	2,3533	6,45	6,4..6,5 Mohs. 6,55 Häuy.
	l'axe parallèle à y : y.		

Poids d'atome.	Volume.	Pesant. spécifique calculée.	Pesanteur spécifique observée.
(b) Epidote 10198,0	3,915	3,519	3,453
$\ddot{S}i^2 \ddot{C}a^3 + 4 \ddot{A}l \ddot{S}i + \frac{1}{2} \ddot{S}i^2 \ddot{F}^3$	l'axe parallèle à $n : n$.		
* Peridot. 14800,13	5,466	3,386	3,428
$4 \ddot{S}i^2 \ddot{M}g^3 + \ddot{S}i^2 \ddot{F}^3$	l'axe parallèle à $n : n$.		
* Cymophane. 3670,8	1,5188	3,792	3,796
$\ddot{S}i \ddot{A}l + \frac{1}{4} \ddot{S}i \ddot{C}a^2$	l'axe perpendiculaire sur P .		
Sphène. 22033,2	8,462	3,520	3,51
$\ddot{C}a^3 \ddot{S}i^2 + \ddot{C}a^3 \ddot{T}^3$ (Rose).			
* Cuiv. carb. bleu. 8600,7 (2)	3,5830	3,818	3,7..3,9 Mohs
Euclase. 8072,9 (2)	2,735	3,105	3,063
$\ddot{B}e \ddot{S}i + 2 \ddot{A}l \ddot{S}i$	l'axe parallèle à $S : S$.		
* Cuiv. pyriteux. 2274,4	1,077	4,34	4,315
$Cu S_2 + Fe S_2$			
* Feldspath. 7235,8	2,037	2,580	2,578
	l'axe parallèle à $G : M$.		
* Chaux sulfatée. 2164,12	.. . . .	.. . . .	2,3117
* Magnésie sulf. 2643,4	0,5062	1,756	1,7..1,8 Mohs
	l'axe parallèle à $M : M$.		
* Zinc sulfaté. 3133,1	0,6758	1,977	2,0 Mohs.
* Soude carbon. 7162,2 (2)	1,1718	1,499	1,4..1,6 Mohs
Chaux fluatée. 3948,4 (4)	1,333...	3,095	3,09
	(vol. de l'octaèdre régulier.)		
Soude muriatée. 5868,5 (4)	1,333...	2,082	2,08
III. Octaèdres réguliers.			
Fer oxidulé. 2835,29	1,333	.. . . .	4,946
Fer sulfuré. 2966,1 (2)	1,333	4,728	4,749
Argent sulfuré. 6211,06 (2)	2,00	6,808	6,90
	(Vol. du dod. rhomb.)		

Poids d'atome.	Volume.	Pesanteur spécifique calculée.	Pesanteur spécifique observée.
Zinc sulfuré. 5513,6	2,00	4,069	4,061
Alun. 11870,77	2,00	1,772	1,75
Amphigène. 5645,37 ($\frac{2}{3}$)	1,333...	2,484	2,468
Ammoniaq. muriatée. 8915,52 (16)	1,333...	1,566	1,5... 1,6
Cuivre. 1597,26 (2)	1,333...	8,78	8,78
Argent. 1344,0 ($\frac{2}{3}$)	1,333...	10,44	10,47
IV. Octaèdres à base carrée.			
Étain oxidé. 1870,58	2,945	.. . . .	6,934
Meionite (c). 5735,76	3,3412	2,648	2,65
$\ddot{S}i \ddot{C}a^2 + 3 \ddot{A}l \ddot{S}i$			
Idocrase (de Sibérie). 12530,6 ($\frac{1}{2}$)	9,6157	3,380	3,39
$\ddot{S}i \ddot{A}l + 4 \ddot{C}a \ddot{S}i$			

(a) La formule de la composition du béril de Sibérie a été calculée d'après l'analyse de Klapproth; l'émeraude et le béril de Suède que M. Berzelius a analysés semblent avoir une composition un peu différente. L'émeraude contient encore une petite quantité de chrome; en la négligeant, on trouve sa pesanteur égale à 2,845, ce qui ne diffère pas beaucoup non plus de la donnée de l'expérience. La formule :



qui exprime assez bien la composition du béril de Twiesel en Bavière, d'après l'analyse de Bu-

cholz, donne sa pesanteur spécifique égale à 2,72, en divisant par 3 le poids d'atome qui en résulte.

(b) Dans l'épidote, une partie de la chaux est remplacée par le protoxide de fer : j'ai désigné cela par le troisième membre de la formule.

(c) Cette formule a été calculée d'après l'analyse de M. Strohmeyer, qui s'accorde aussi avec celle de M. Gmelin.

2. *Sur la contraction produite par la chaleur dans les cristaux.* (An. de Ch., t. XXVI, p. 222.)

M. Mitscherlich a observé que l'inclinaison mutuelle des faces du spath d'Islande variait d'une manière sensible par l'effet de la chaleur, et qu'entre 0° et 100° le changement des angles dièdres aux extrémités de l'axe du rhomboïde était de $8' \frac{1}{2}$. Il résulte de là qu'en supposant nulle la dilatation du cristal perpendiculairement à son axe, sa dilatation cubique surpasserait encore celle du verre à-peu près de moitié : or, en mesurant la dilatation cubique du spath d'Islande avec M. Dulong, M. Mitscherlich a trouvé qu'elle était au contraire inférieure à celle du verre; ce qui conduit à cette conséquence singulière que, tandis que la chaleur dilate le cristal parallèlement à son axe, elle doit rapprocher ses molécules dans les directions perpendiculaires. C'est aussi ce dont Mitscherlich s'est assuré en mesurant avec un sphéromètre, à différentes températures, l'épaisseur d'une plaque de spath d'Islande taillée parallèlement à l'axe.

Il est très-probable que le sulfate de chaux doit présenter un phénomène analogue, mais inverse, c'est-à-dire que l'élévation de température

doit produire une contraction sensible dans la direction de son axe.

3. *Sur la direction des axes de double réfraction dans les cristaux.* (An. de Ch., t. XXVI, p. 223.)

On sait que les axes optiques des cristaux improprement appelés *cristaux à deux axes* ne coïncident point avec les axes de cristallisation; mais on avait regardé jusqu'à présent comme une règle générale que les droites qui divisent en deux parties égales l'angle compris entre ces axes optiques devaient être également inclinées sur les faces correspondantes du cristal. M. Mitscherlich a reconnu que ces lignes de *symétrie* par rapport à la double réfraction ne l'étaient pas toujours relativement aux faces du cristal, et que, dans quelques sels, tels que le sulfate de magnésie, elles s'inclinaient plus d'un côté que de l'autre, sans qu'un défaut de symétrie dans les formes cristallines pût faire soupçonner d'avance une pareille déviation.

4. *Mouvement du mercure produit par un courant électrique;* par M. Herschel. (An. of phil. 1824, p. 333.)

Si l'on met en action une pile voltaïque, d'une énergie modérée, de 8 à 10 pouces de plaque par exemple, qu'on place du mercure dans une soucoupe, et qu'on le recouvre d'un liquide conducteur, à travers lequel on transmette le courant électrique, par des fils non en contact avec le mercure, ce métal prend un mouvement de rotation, dont la force et la direction varient suivant la nature du liquide, l'intensité de l'action électrique et les autres circonstances acciden-

telles. Si l'on emploie l'acide sulfurique, l'acide phosphorique, ou l'un des acides les plus concentrés, la circulation est excessivement rapide, même avec une faible électricité; elle se dirige du fil négatif au fil positif. Si l'on fait usage de dissolutions alcalines, le mercure, s'il est pur, reste en repos dans les mêmes circonstances; mais dès qu'on y ajoute le moindre atome de potassium, de sodium, de zinc, ou de tout autre métal plus électro-positif que lui, une violente circulation a lieu immédiatement dans une direction opposée, en allant du fil positif au fil négatif. Il paraît qu'il faut moins d'un millionième de potassium, ou d'un cent millième de zinc, pour communiquer au mercure cette singulière propriété; le plomb et l'étain agissent avec beaucoup moins d'énergie; le bismuth, le cuivre, l'argent et l'or n'agissent pas.

Pour faire ces expériences, il est nécessaire de se servir de mercure récemment distillé, et purifié, en le lavant avec de l'acide nitrique affaibli.

Ces phénomènes expliquent les mouvemens giratoires observés par M. Serullas dans les fragmens d'alliage de potassium et de bismuth lorsqu'on les met dans le mercure sous l'eau (1). M. Serullas s'est mépris sur la cause de ces mouvemens.

5. *Table des forces élastiques de la vapeur d'eau à diverses températures. (Extrait d'un rapport supplémentaire concernant les mesures de sûreté relatives à l'emploi des machines à feu, fait à l'Académie, par une commission*

(1) *Annales des mines*, t. VI, p. 127; t. VII, p. 130.

composée de MM. de Prony, Ampère, Girard et Dupin.)

Élasticité de la vapeur en prenant la pression de l'atmosphère pour unité.	Hauteur de la colonne de mercure qui mesure l'élasticité de la vapeur.	Température correspondante sur le thermomètre centigrade.	Pression exercée par la vapeur sur un centimètre carré de la soupape.
1	0,76	100°	k. 1,033
1 $\frac{1}{2}$	1,14	112,2	1,545
2	1,52	122	2,066
2 $\frac{1}{2}$	1,90	129	2,582
3	2,28	135	3,099
3 $\frac{1}{2}$	2,66	140,7	3,615
4	3,04	145,2	4,132
4 $\frac{1}{2}$	3,42	150	4,648
5	3,80	154	5,165
5 $\frac{1}{2}$	4,18	158	5,681
6	4,56	161,5	6,198
6 $\frac{1}{2}$	4,94	164,7	6,714
7	5,32	168	7,231
7 $\frac{1}{2}$	5,70	170,7	7,747
8	6,08	173	8,264

N. B. Les températures correspondant aux pressions plus fortes que quatre atmosphères ne présentent pas le même degré de certitude que les précédentes.

6. *Siphons en verre construits et imaginés par M. Buntén, successeur de M. Mossy, quai Pelletier, n° 26. (Bullet. de la Soc. d'Encouragement, t. XXIII, p. 81.)*

Le premier siphon (*pl. IV, fig. 1^{re}*.) sert à soutenir un liquide sans recourir à la succion. Sa longue branche *bc* est interrompue par une boule *m* d'une capacité suffisante. On verse d'abord de

la liqueur dans cette branche, et on remplit à-peu-près la boule, les ouvertures étant tournées en haut; puis, bouchant avec le doigt l'orifice *c* de la longue branche, pour s'opposer à la chute du liquide, on introduit l'orifice *a* de l'autre branche dans la liqueur à soutirer, et on débouche *c*. A l'instant, l'écoulement a lieu par le poids du liquide intérieur et la boule se vide; mais comme l'air ne peut entrer dans le tube, le ressort intérieur s'affaiblit, et la pression sur le liquide en *a* le force de monter en *b*, puis de descendre en *m*, et l'écoulement se continue en *c*, quoique la boule *m* soit pleine de presque tout l'air qui existait dans la partie *abm*: rien n'est plus simple que cet instrument.

Le second siphon (*fig. 2*) est destiné à éviter que, lorsqu'on transvase une liqueur, le dépôt vienne se mêler et troubler celle qui est déjà tirée à clair. En haut du siphon est une boule *m*, surmontée d'un tube de succion muni d'un robinet *r*. On plonge, à l'ordinaire, l'orifice *a* de la courte branche dans la partie claire du liquide à soutirer; puis, ouvrant le robinet *r*, on suce pour que le liquide monte en *b* et redescende par l'orifice *c*; on ferme alors le robinet *r*, et l'écoulement se continue. On plonge de plus en plus profondément l'orifice *a*, à mesure que le vase supérieur se vide, et lorsqu'enfin on atteint le dépôt, on reconnaît de suite le trouble dans la branche *a*, et on arrête l'aspiration en ouvrant le robinet *r*, pour rendre la communication avec l'atmosphère: le liquide du siphon se divise alors en deux colonnes, et chacune descend dans le vase qui lui répond. Si on eût retiré le siphon, ainsi qu'on le fait ordinaire-

ment, à défaut de ce robinet *r*, la pression extérieure aurait poussé à l'instant tout le liquide dans la longue branche, et un peu de dépôt aurait été se mêler à la partie claire.

La boule *m* est destinée à faire fonction de celle du précédent siphon (*fig. 1*), et aussi à éviter que la pression fasse monter le liquide jusqu'à la bouche lorsqu'on exerce la succion en *n*.

Enfin, le troisième siphon porte une boule latérale *m* (*fig. 3*) sur sa longue branche. En tenant le siphon renversé, on introduit d'abord quelques gouttes de liquide dans cette boule; puis l'exposant à la flamme d'une bougie ou de quelques charbons, on réduit ce liquide en vapeurs: on fait ensuite entrer l'orifice de la branche courte dans le liquide à soutirer, en tenant bouchée l'autre extrémité avec le doigt. La condensation, due au refroidissement, détermine l'ascension du liquide jusque dans la boule *m* et ensuite son écoulement. Cet appareil est propre à tirer à clair des liqueurs corrosives; l'expérience décidera de son degré d'utilité.

M. Buntzen remplace la boule des tubes de sûreté par un cylindre, et il prétend que ces tubes sont alors plus faciles à placer, plus aisés à exécuter, moins fragiles, et qu'ils remplissent mieux leur destination.

7. *Siphon de M. Himpel, chimiste et manufacturier à Berlin.* (Bullet. de la Soc. d'encouragement, t. XXIII, p. 84.)

Ce siphon se compose d'un tuyau ABCDE (*fig. 4*), d'un diamètre par-tout égal et d'une tige mobile MF qui se termine en entonnoir. Pour le mettre en jeu, on plonge sa branche courte, munie du

tube droit mobile, dans le liquide à décanter. On emplit le siphon, en versant dans l'entonnoir E de ce même liquide clair, si on en peut disposer d'une quantité suffisante, ou, à défaut, on se sert d'un autre liquide dont le mélange avec la liqueur qu'on soutire n'ait pas d'inconvénient. Aussitôt que le liquide sort à plein tuyau par le bout E, on enlève le tuyau mobile, et l'écoulement continue.

M. Payen propose de maintenir la tige mobile contre la branche du siphon par de petits tenons GHI, en sorte qu'il suffira d'élever cette tige ou tuyau de 2 pouces, pour établir la communication avec le liquide à soutirer: deux anses RR rendent cette manipulation très-facile. Les lettres A'M' indiquent l'emmanchement séparé.

M. Saulnier croit qu'on pourrait remplacer avec avantage l'emmanchement AM par un robinet à deux eaux, dont les orifices seraient à angle droit, comme l'indique la coupe horizontale A'' par un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre BC au point A: en sorte qu'il suffirait de faire faire un quart de tour au tuyau mobile, ce qui serait très-facile en le saisissant par les anses RR.

Il convient que le tuyau mobile soit d'un diamètre un peu plus grand que les branches du siphon.

8. *Sur les petites coupelles employées dans les essais au chalumeau*; par M. Lebaillif.

Les petites coupelles de M. Lebaillif sont composées d'un mélange, à parties égales, de terre à pipe et de terre à porcelaine très-blanches et fines; elles ont 4 lignes de diamètre et tout au plus $\frac{1}{3}$ de ligne d'épaisseur. On les fait au moule,

et on les cuit à la chaleur blanche pendant cinq minutes.

L'avantage que présente l'emploi de ces petites coupelles est d'étendre en couches d'une grande surface toutes les réactions pyrognostiques, qui, souvent par les procédés ordinaires, restent dans l'intérieur de la perle et échappent aux yeux des observateurs.

9. *Sur les propriétés éclairantes du gaz hydrogène carboné extrait de l'huile, et de celui qu'on tire du charbon de terre.* (Ann. de Ch., t. XXV, p. 56.)

M. T. Dewey, de New-Yorck, a comparé le pouvoir éclairant du gaz de charbon de terre fourni par l'établissement impérial, et du gaz de l'huile provenant de la compagnie du Bow. Il a trouvé :

	Pour le gaz du charbon.	Pour le gaz de l'huile.
Pesanteur spécifique. . .	0,4069	0,9395
Pouvoir éclairant.	1,00	2,82

Selon lui, un gallon d'huile de baleine clarifiée donne plus de 100 pieds cubes de gaz.

M. Phillips et M. Faraday, dans les expériences qu'ils ont faites ensemble, ont trouvé le rapport des pouvoirs éclairans du gaz du charbon et du gaz de l'huile de 1 à 3,55.

10. *Analyse de quelques composés aériformes de l'azote*; par M. William Henry. (Mémoires de la Société de Manchester, vol. IV.)

Lorsqu'on enflamme du protoxide d'azote avec l'hydrogène, on obtient un volume de gaz azote un peu plus grand que celui du protoxide; mais si l'on fait passer l'étincelle électrique à travers un mélange de 100 mesures d'oxide de carbone et 104 de protoxide d'azote, il se produit 98,9

Protoxide
d'azote.

d'acide carbonique, 105,7 d'azote et 3,5 d'oxygène : or, l'oxygène ne pouvant provenir que de la décomposition de 10,5 d'oxide nitreux, il s'ensuit qu'il résulte de la décomposition réciproque de volumes égaux de protoxide d'azote et d'oxide de carbone un même volume d'azote et d'acide carbonique.

Gaz nitreux. On ne peut enflammer par l'étincelle électrique un mélange de gaz nitreux et d'oxide de carbone ; mais j'ai réussi avec le gaz oléfiant : six volumes de gaz nitreux exigent pour être entièrement décomposés un volume de gaz oléfiant ; les produits sont 2 volumes d'acide carbonique et 3 d'azote.

Acide nitrique. On a fait un mélange de 1 partie de charbon fortement calciné, $2\frac{1}{2}$ de nitrate de baryte bien desséché, et $2\frac{1}{2}$ de quartz en petits grains ; après l'avoir introduit dans un tube de verre, on a placé par-dessus du fil de fer roulé en spirale, et on l'a décomposé par le moyen de la chaleur. Les produits ont été très-complicés ; mais, tout calcul fait, on a trouvé que l'acide nitrique est composé, en volume, de 1 d'azote et 2,51 d'oxygène.

Ammoniac. En décomposant l'ammoniacque par une suite d'étincelles électriques, ainsi que l'a fait Priestley, on obtient toujours, à très-peu-près, un volume double de gaz, formé de 1 d'azote et 3 d'hydrogène. On arrive au même résultat en enflammant par l'étincelle électrique un mélange de 10 de gaz ammoniac et de 12 à 13 de gaz nitreux, etc.

11. *Nouveau composé d'iode, d'hydrogène et de carbone ou proto-hydriodure de carbone*; par M. Serullas. (An. de Ch., t. XXV, p. 311.)

Il existe deux composés d'iode, d'hydrogène et

de carbone : l'un solide (Voyez *Ann. des mines*, t. VII, p. 124, et t. VIII, p. 201), et l'autre liquide. Ce dernier se produit en enlevant au perhydriodure une certaine quantité d'iode. On y parvient en introduisant un mélange exact de parties égales en poids de perchlorure de phosphore et de perhydriodure de carbone dans une fiole armée d'un tube à une seule courbure, dont l'extrémité vient plonger dans de l'eau qu'on doit maintenir très-froide ; on distille le mélange à une chaleur ménagée : le liquide vient se déposer au fond de l'eau, et il reste, dans la fiole, de l'iode, du phosphore et du chlorure d'iode. Pour purifier le nouveau composé, on en sépare l'eau, puis on le tient quelque temps sous une dissolution de potasse caustique ; après quoi, on le mêle avec de l'acide sulfurique concentré, qui ne l'altère pas, et qui détruit l'hydrocarbure de chlore qu'il peut contenir ; enfin on le lave encore une fois avec de la potasse et avec de l'eau.

Le proto-hydriodure de carbone bien pur est transparent et légèrement citrin : il a une odeur particulière éthérée très-pénétrante et agréable ; sa saveur est sucrée, très-persistante, et accompagnée d'une sensation de fraîcheur analogue à celle que produit la menthe : sa pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'acide sulfurique ; il est un peu soluble dans l'eau. Le chlore en dissolution n'a pas d'action sur lui, mais le chlore gazeux le décompose subitement. Exposé à l'air, il prend une couleur rosée, qui devient de plus en plus intense ; le potassium y conserve son éclat métallique ; il ne s'enflamme pas au contact d'une bougie allumée. De l'oxygène saturé de vapeur de proto-hydriodure de car-

bone, soit seul, soit mêlé à des quantités variées d'oxygène, ne brûle pas non plus ni par la bougie, ni par le passage de l'étincelle électrique.

On prépare très-facilement l'éther hydriodique par le procédé suivant : on concasse du phosphore d'iode, contenant 8 d'iode et 1 de phosphore, et on l'introduit dans une petite cornue tubulée, où l'on a mis deux fois et demie son poids d'alcool à 37°; on y ajoute une certaine quantité d'alcool, qui disparaît aussitôt, on adapte le récipient, et on chauffe jusqu'à l'ébullition. Le premier alcool étant épuisé, on peut en verser sur le résidu de la cornue le tiers de ce qu'on en avait mis la première fois, et distiller de nouveau. On sépare l'éther de l'alcool par le moyen de l'eau, etc.

12. *Cyanure d'iode*; par M. Serullas. (An. de Ch., t. XXVII, p. 184.)

Pour que ce composé se forme, il faut que le cyanogène et l'iode se trouvent en contact chacun à l'état naissant. On l'obtient facilement de la manière suivante :

On triture soigneusement et promptement ensemble, dans un mortier de verre, deux parties de cyanure de mercure et une partie d'iode bien secs; on introduit le mélange dans une cornue dont le col est un peu large, et qui communique avec un ballon, et l'on chauffe graduellement jusqu'à ce que la décomposition s'opère. Le cyanure d'iode se volatilise et se condense sous forme cotonneuse : comme il est toujours mélangé d'une petite quantité d'iodure de mercure, il faut le purifier; pour cela, on le met au fond d'un tube de verre un peu large, et on le

chauffe, au bain-marie, à la température de l'ébullition de l'eau : il se sublime et se dépose dans la partie froide du tube, et l'iodure de mercure reste au fond.

Le nouveau composé est très-blanc, et se présente sous la forme de très-longues aiguilles excessivement minces; son odeur est très-piquante; il irrite vivement les yeux, et provoque le larmolement; sa saveur est extrêmement caustique; sa pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'acide sulfurique; il se volatilise, sans se décomposer, à une température beaucoup plus élevée que celle de l'eau bouillante; projeté sur un charbon ardent, il donne d'abondantes vapeurs violettes; il est soluble dans l'eau, et plus soluble dans l'alcool; il n'est ni acide ni alcalin, et il ne précipite pas le nitrate d'argent.

Le cyanure d'iode est décomposé par la potasse caustique en dissolution concentrée, il se forme de l'hydriodate et de l'hydrocyanate de potasse. L'acide nitrique le dissout sans l'altérer; l'acide sulfurique concentré le décompose au bout d'un certain temps, et en sépare de l'iode; l'acide hydrochlorique le décompose en donnant lieu à de l'acide hydrocyanique et à un dépôt d'iode. Le gaz sulfureux sec n'agit aucunement sur lui; mais l'acide liquide le détruit immédiatement; il se forme de l'acide sulfurique, de l'acide hydriodique et de l'acide hydrocyanique; l'eau est par conséquent décomposée. Le chlore sec ne lui fait éprouver aucun changement.

Pour déterminer sa composition, je l'ai décomposé par de la tournure de fer incandescente; j'ai traité l'iodure de fer qui en a résulté par de la potasse pure, et j'ai dosé l'iodure de po-

tassium. J'ai trouvé que le cyanure d'iode contient 0,8066 d'iode. D'après cela, il est vraisemblable qu'il est composé de

Iode. 0,828 . . . 1 atome.
Cyanogène. . . 0,172 . . . 1 atome.

13. *De la nature et des propriétés de l'indigo* ; par M. John Dalton. (Mém. de la Société de Manchester, t. IV, p. 427.)

On peut obtenir de l'indigo pur par la voie humide ou par sublimation.

Le premier moyen est le plus communément pratiqué par les teinturiers. On met dans un vase une partie d'indigo réduit en poudre fine, trois à quatre parties de sulfate de fer et autant d'hydrate de chaux ; on remplit d'eau ; on bouche ; on agite à plusieurs reprises ; on laisse reposer et on décante la liqueur surnageante, qui est d'un jaune verdâtre. Cette liqueur contient une solution d'indigo pur désoxidé, combiné avec de la chaux. En l'agitant avec le contact de l'air, elle devient opaque, l'indigo s'oxide, et il se dépose mélangé avec du carbonate de chaux. On le débarrasse de ce mélange en le traitant par l'acide muriatique faible.

Lorsqu'on opère par sublimation, on place l'indigo pulvérisé dans une cuiller de fer, et l'on chauffe graduellement jusqu'à 500 à 600 degrés Fahrenheit. Il s'élève une fumée pourpre abondante, et il se forme à la surface de la matière de petits cristaux ou aiguilles soyeuses brillantes qui sont de l'indigo sublimé.

L'indigo pur désoxidé absorbe $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{8}$ de son poids d'oxigène pour reprendre sa couleur bleue. Pour décolorer une partie d'indigo pur, il faut

140 parties d'une solution saturée d'oxi-muriate de chaux, qui équivalent à 0,25 d'oxigène.

14. *Description du silicium, et de la manière dont il se comporte avec d'autres corps* ; par M. J. Berzelius. (Ann. der Phys. und Chem, 1824 ; Ann. de Ch., t. XXVII, p. 357.)

Le silicium est d'un brun de noisette sombre, sans le moindre éclat métallique : il ne prend pas cet éclat par le frottement ; il a la cohésion d'un corps terreux ; il adhère aux vases de verre dans lesquels on le conserve ; il ne conduit pas l'électricité : c'est un des corps les plus infusibles que l'on connaisse.

Il est incombustible dans l'air et dans l'oxigène. Oxigène.
Il peut être obtenu combiné avec une petite quantité d'hydrogène ou à l'état de siliciure d'hydrogène : alors, lorsqu'on le chauffe, il s'enflamme et brûle avec vivacité dans l'air et dans l'oxigène ; mais la combustion n'est jamais complète. Si l'on chauffe ce siliciure lentement, et jusqu'au rouge naissant, dans un creuset de platine ouvert, et qu'ensuite on le porte au rouge blanc après avoir fermé le creuset, il perd sa combustibilité, et ne contient plus d'hydrogène. Hydrogène.

Le silicium et le carbone se combinent lorsqu'ils se trouvent ensemble à l'état naissant. Le carbure brûle avec formation d'acide carbonique et de silice sans augmenter sensiblement de poids. On ne l'a pas encore obtenu sans mélange. Carbone.

Le silicium pur ne se combine pas avec le soufre ; mais lorsqu'on chauffe au rouge le silicium hydruré dans la vapeur de soufre, il y a inflammation, et il se forme du sulfure de silicium, qui reste toujours mêlé de silicium. Le sulfure Soufre.

de silicium est terreux et blanc ; il ne s'altère pas à l'air sec , mais il répand une forte odeur d'acide hydrosulfurique dans l'air humide. A une chaleur rouge, il se laisse griller, et donne de l'acide sulfureux et de la silice. Il se dissout instantanément dans l'eau ; il se dégage du gaz hydrogène sulfuré ; la silice qui se forme reste dissoute en totalité, même dans une petite quantité d'eau, et le silicium mélangé se dépose.

Le siliciure de potassium se combine facilement avec le soufre à une chaleur rouge ; mais si l'on dissout la masse dans l'eau, il reste beaucoup de silicium , à moins que la masse ne soit de nouveau exposée à la chaleur blanche, parce qu'alors le silicium se combine avec le soufre aux dépens du potassium précédemment sulfuré. Cette combinaison est un sulfure double, fusible, d'un brun foncé, presque noir, soluble en totalité dans l'eau, sans dégagement de gaz.

C'est certainement un fait très-remarquable de voir la silice se dissoudre en aussi grande quantité dans l'eau au moment de sa formation , et perdre cette propriété par l'évaporation , au point de devenir insoluble dans les acides. Cette grande solubilité explique les nombreuses cristallisations de silice dans les cavités des druses , qui quelquefois ne pourraient pas contenir un volume de liquide tant soit peu plus grand que celui du cristal même.

Phosphore. Je n'ai pas réussi à combiner le phosphore avec le silicium. Si l'on chauffe le silicium dans un courant de chlore, il prend feu et continue à brûler. Le produit se condense, et présente un liquide incolore quand il est débarrassé de l'excès de chlore. Ce liquide est très-fluide : il s'évapore

presque instantanément dans l'air libre, en donnant des vapeurs blanches , et laisse un résidu de silice. Il a une odeur très-pénétrante , que l'on peut, en quelque sorte, comparer au cyanogène : il surnage l'eau et s'y dissout ensuite ; il rougit le papier de tournesol.

Le silicium se combine avec le potassium à une température élevée, mais sans production de chaleur ; il donne deux combinaisons : l'une, avec excès de potassium, est d'un brun gris foncé et se dissout entièrement dans l'eau ; l'autre s'obtient en exposant la première à une température très-élevée. Potassium.

Le silicium une fois isolé se combine très-difficilement avec les métaux , mais il s'y unit fréquemment lorsqu'il est à l'état naissant ; il n'attaque pas le platine , mais lorsqu'on chauffe dans un creuset de ce métal du silicium et du potassium, le silicium pénètre profondément le platine. Métaux.

En chauffant, jusqu'à fusion, dans un creuset de fer couvert un mélange de limaille de fer très-fine et de fluat de silice et de potasse, il se forme un fluat double d'oxidule de fer et de potasse, soluble dans l'eau, et du siliciure de fer. Platine.

Ce siliciure s'oxide promptement à l'air, et lorsqu'on le traite par les acides, le silicium se change en silice en même temps que le fer se dissout. Fer.

Le silicium n'est ni dissous ni attaqué par les acides sulfurique, nitrique, muriatique, et même par l'eau régale. Il n'est dissous dans l'acide fluorique que lorsqu'il est à l'état d'hydrure il se dissout au contraire avec rapidité, même à froid, dans un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorique avec dégagement de gaz nitreux. Acides.

Il n'est pas attaqué par les alcalis par voie hu- Alcalis.

mide, mais l'hydrure s'y dissout. Par la voie sèche, il détonne avec les alcalis hydratés, bien au-dessous de la chaleur rouge; il se dégage du gaz hydrogène, qui s'enflamme. Le même phénomène a lieu avec l'hydrate de baryte; mais avec l'hydrate de chaux le silicium ne s'oxide qu'imparfaitement.

Carbonate. Avec le carbonate de potasse, le silicium brûle très-facilement avec une vive inflammation, beaucoup au-dessous de la chaleur rouge. Lorsque le silicium est en excès, le résidu est noir et mélangé de charbon. Lorsque l'on emploie une grande quantité de carbonate, il ne se dégage que de l'oxide de carbone sans dépôt de charbon.

Nitre. Le silicium n'est attaqué par le nitre qu'à la température à laquelle l'acide nitrique est décomposé; il est attaqué très-vivement, et même avec détonnation, par un mélange de nitre et de carbonate de potasse.

Chlorate. Le chlorate de potasse n'a aucune action sur lui à une chaleur rouge.

Fluate acide de potasse. Il détonne avec le fluate acide de potasse au degré de fusion du sel.

Borax. Il n'est point altéré par le borax en fusion.

Poids de l'atome. En oxidant le silicium par le moyen du carbonate de soude, j'ai trouvé que la silice contient de 0,5128 à 0,5192 d'oxigène. D'après la composition du fluate de silice et de baryte, qui est de:

	Baryte.	0,54428	} fluate. 0,62030
	Acide fluorique.	0,07612	
0,22836	Acide fluorique.	0,15224	} fluate. 0,37110
	Silice.	0,21886	
	Humidité.	0,00850	

on trouve que la silice doit renfermer 0,51975 d'oxigène: il suivrait de là que le poids de l'ato-

me de silicium, en supposant que la silice contient trois atomes d'oxigène, serait de 277,2 à 277,8; ces nombres sont très-notablement inférieurs à celui que j'avais déterminé autrefois, 296,42.

Le silicium ne peut pas être classé parmi les métaux. Au surplus, comme il n'y a aucune limite naturelle entre les métaux et les métalloïdes, lorsqu'on ne considère comme exact que le rapport électrique des corps, il est tout-à-fait indifférent de placer ou non un combustible parmi les métaux. Classement.

J'ai d'abord obtenu le silicium en décomposant le gaz fluosilicique par le potassium, comme l'avaient fait MM. Gay-Lussac et Thénard. Je faisais arriver le gaz dans une retorte de verre qui contenait du potassium, et dans laquelle j'avais opéré le vide; le produit était un mélange de fluate de potasse, de siliciure de potassium, de carbure de silicium et de silicium pur. Le carbone provenait du potassium que j'avais préparé par le procédé avantageux qu'a donné dernièrement Brunner, et qui consiste à distiller à une haute température un mélange de carbonate de potasse et de charbon dans un vase de fer forgé. Mais le moyen suivant est beaucoup plus commode. Préparation.

On réduit en poudre fine du fluate de silice et de potasse ou de soude, préalablement desséché à une température un peu supérieure à 100°. On le met par couches, avec du potassium, dans un tube de verre fermé par un bout, et que l'on dispose de manière à pouvoir chauffer toute la masse en même temps. Le silicium est réduit, avant la chaleur rouge, avec un petit

sifflement et une faible apparence de chaleur, et sans qu'il se dégage aucun gaz. On laisse refroidir la masse; on la fait digérer à froid avec une grande quantité d'eau, afin que le liquide, qui devient alcalin par l'oxidation du potassium, soit aussi étendu que possible, et ait moins de tendance à oxider le silicium et à le dissoudre. On traite ensuite le résidu par l'eau bouillante, et on le lave complètement, ce qui exige un très-long-temps; on le dessèche et on le fait chauffer au creuset de platine, comme il a été dit plus haut, pour rendre le silicium incombustible et inattaquable par l'acide fluorique. Dans cet état, il contient un peu de silice, qui a été séparée du fluaté double par l'oxide de potassium dont ce métal est toujours recouvert; on le débarasse de ce mélange en le traitant par l'acide fluorique.

On peut aussi réduire la silice en la chauffant avec du potassium; mais il arrive, ou que la combinaison, riche en potassium, se dissout entièrement dans l'eau, ou bien, lorsque la chaleur est suffisante pour chasser l'excès de potassium, que le silicate de potasse formé se fond en une masse vitreuse, et enveloppe le silicium, qui prend par là une couleur plus claire: on peut séparer une partie du silicate par le moyen de l'eau; mais on ne peut enlever le reste qu'avec l'acide fluorique, et l'on n'obtient que très-peu de silicium.

15. *Note sur la liquéfaction de l'acide sulfureux;*
par M. Bussy. (Journ. de Pharm. 1824.)

Pour obtenir l'acide sulfureux liquide et

exempt d'eau, on fait passer le gaz d'abord à travers un tube rempli de fragmens de chlorure de calcium fondu, et ensuite dans un matras entouré d'un mélange de deux parties de glace et d'une partie de sel marin.

Ainsi obtenu, l'acide sulfureux est un liquide incolore, transparent, très-volatil, plus pesant que l'eau; il bout à 10°, et il produit un très-grand froid en se vaporisant. Si on entoure de coton la boule d'un thermomètre à air, qu'on la plonge dans l'acide sulfureux, et qu'on laisse cet acide s'évaporer à l'air, la température s'abaisse de 57°, et si l'on place le thermomètre dans le vide pour accélérer l'évaporation, le froid va à 60°. On voit, d'après cela, qu'il est facile d'obtenir, par le moyen de l'évaporation de l'acide sulfureux, la congélation d'un grand nombre de substances. Je suis parvenu, par ce moyen, à congeler l'alcool à la température de 38°, et à liquéfier le chlore et l'ammoniaque secs; j'ai réussi aussi à condenser le cyanogène, que j'ai obtenu solide et cristallisé.

16. *Nouvelles recherches sur l'acide sulfurique de Saxe;* par M. Bussy. (Journ. de Pharm., 1824.)

Cet acide, tel qu'il existe dans le commerce, est coloré en brun, d'une densité variable, peu différente de celle de l'acide sulfurique ordinaire, ayant une odeur d'acide sulfureux très-prononcée, et répandant à l'air des vapeurs blanches très-suffocantes.

Lorsqu'on le soumet à la distillation, il entre en ébullition à 40 ou 50°, et il s'en dégage des vapeurs très-épaisses, que l'on peut obtenir à

l'état concret en les refroidissant dans un tube. Au bout d'un certain temps, le résidu cesse de bouillir et prend tous les caractères de l'acide sulfurique ordinaire.

La matière concrète se dissout dans l'eau sans laisser dégager aucun gaz; lorsqu'on la fait passer en vapeurs sur de la baryte chaude, elle s'y combine avec incandescence, et il en résulte du sulfate de baryte pur sans mélange de sulfite; de plus, la quantité de sulfate obtenue indique que l'acide contient au plus 0,008 d'eau; c'est donc de l'acide sulfurique anhydre. Cet acide, à l'état de pureté, est solide à la température ordinaire, blanc, opaque; il répand des vapeurs très-abondantes au contact de l'air, et il en attire promptement l'humidité. Il devient liquide à la température de 20 à 25°; il jouit alors d'une fluidité plus grande que l'acide sulfurique ordinaire; sa densité est de 1,97 à la température de 20°; il est susceptible de dissoudre le soufre et de former des composés bruns, verts ou bleus; il dissout aussi l'iode, qui le colore en bleu verdâtre; il dissout instantanément l'indigo: la dissolution est d'un rouge pourpre magnifique; elle devient bleue en attirant l'humidité de l'air, ou lorsqu'on y ajoute de l'eau.

On doit considérer l'acide de Nordhausen comme de l'acide sulfurique ordinaire tenant en dissolution une certaine quantité d'acide sulfurique anhydre et un peu d'acide sulfureux: sa couleur brune résulte des substances végétales et animales, qu'il décompose et dissout en partie.

On sait que l'acide de Nordhausen se prépare en distillant du sulfate de fer, desséché avec le contact de l'air, et en recevant les vapeurs qui se

dégagent, dans des vases qui contiennent une certaine quantité d'eau. Pour me rendre compte de ce qui arrive dans cette opération, j'ai examiné ce qui se passe dans la distillation de divers sulfates que la chaleur peut décomposer, et j'ai trouvé que tous, et en particulier l'alun, les sulfates de fer, de cuivre, de zinc et d'antimoine, donnent des vapeurs d'acide sulfurique plus ou moins mélangées d'acide sulfureux et de gaz oxigène.

Si l'on chauffe en vases clos du protosulfate de fer anhydre, il s'en dégage d'abord de l'acide sulfureux pur; mais, au bout d'un certain temps, il se manifeste des vapeurs blanches, épaisses et suffocantes, et si l'on examine ces vapeurs, l'on reconnaît qu'elles sont composées d'acide sulfurique et d'un mélange de gaz sulfureux et d'oxigène, qui sont entre eux dans le rapport de 2 à 1 en volume: il ne reste dans la cornue que du peroxide de fer, qui retient un peu d'acide sulfurique. Il est évident que, dans le commencement de l'opération, une portion de l'acide sulfurique est décomposée par l'influence du protoxide de fer qui se suroxyde, et qu'ensuite l'acide sulfurique se volatilise en partie sans décomposition, et se décompose en partie, en produisant deux volumes d'acide sulfureux sur un volume d'oxigène.

D'après cela, on est porté à penser que dans la distillation du sulfate de peroxide de fer, il doit y avoir une moins grande quantité d'acide décomposé, et c'est ce qui a lieu effectivement; mais il y en a toujours une partie qui se transforme en acide sulfureux et en oxigène, et peut-être cette transformation est-elle la cause qui favorise la séparation de la portion non décomposée.

Lorsqu'on reçoit les vapeurs qui résultent de

la distillation dans un vase sec entouré d'un mélange réfrigérant, on obtient un liquide incolore, transparent, doué d'une pesanteur spécifique de 1,85, qui se dissout dans l'eau avec dégagement d'acide sulfureux, et qui donne avec la baryte, par la voie sèche, un mélange de sulfate et de sulfure. Ce liquide est un mélange d'acide sulfurique et d'acide sulfureux anhydres. On en dégage ce dernier acide par l'application d'une chaleur de 3° à 4°, et le résidu cristallise alors sous la forme d'aiguilles très-déliées.

Quand les sulfates que l'on distille ne sont pas parfaitement desséchés, on obtient des cristaux transparens, qui ne sont que de l'acide sulfurique uni à une petite quantité d'eau.

Enfin, en faisant passer un grand excès de vapeurs sulfuriques sur l'acide ordinaire pour l'avoir aussi concentré que possible, on parvient à l'obtenir en beaux cristaux transparens, très-fumans et d'une pesanteur spécifique de 1,9 au moins.

Il est à remarquer que le mélange de l'acide sulfureux diminue très-sensiblement la densité de l'acide sulfurique : de là vient que l'on rencontre dans le commerce de l'acide très-fumant, et qui pourtant n'a pas une densité supérieure à celle de l'acide ordinaire.

17. *Recherches analytiques sur l'acide cyanique* (1); par M. F. Wöhler. (Ann. de Ch., t. XXVII, p. 196.)

On se procure le cyanate de potasse pur en

(1) Voyez, à ce sujet, *Ann. des mines*, t. VIII, p. 132.

faisant chauffer du cyanoferrure de potassium anhydre et du peroxide de manganèse à une chaleur ménagée, et en faisant bouillir la masse avec de l'alcool à environ 86 degrés centésimaux. Par le refroidissement, le sel se dépose en petites lames.

Il se change en carbonate lorsqu'on le fait bouillir avec de l'eau : il se forme de l'ammoniaque ; l'acide muriatique le décompose avec dégagement de muriate d'ammoniaque. D'après le poids du carbonate et du muriate de potasse obtenus, on trouve que le chlorate doit contenir 0,5796 de base.

Le cyanate d'argent chauffé à la lampe laisse une quantité de métal qui équivaut à 0,7735 d'oxide.

Pour analyser l'acide cyanique, j'ai fait une boule de cyanate d'argent, que j'ai introduite dans un tube de verre, sur le mercure, avec de l'acide hydrochlorique faible, et j'ai mesuré le volume de gaz acide carbonique, qui s'est dégagé instantanément. D'après les résultats obtenus, on trouve que, dans les cyanates, l'acide contient la même quantité d'oxigène que la base, et en faisant de légères corrections par le calcul, on a pour la composition de l'acide cyanique :

Carbone .	0,35294—2 at.	ou cyanogène.	0,76471—1 at.
Azote . . .	0,41177—1		
Oxigène . .	0,23529—1	oxigène . . .	0,23529—1

18. *Sur la réaction du sulfure de carbone et de l'ammoniaque dissous dans l'alcool ; sur les combinaisons qui en résultent, et particulièrement sur un nouveau genre de sulfo-cyanates ;*

par M. William C. Zeise, professeur à l'université de Copenhague. (Ann. de Ch., t. XXVI, p. 66 et 113.)

Le sulfure de carbone se dissout promptement et abondamment dans l'alcool saturé de gaz ammoniac : la liqueur reste toujours alcaline ; au bout de quelques minutes, elle devient jaune, puis brune, et elle dépose d'abord une multitude de petits cristaux plumeux, et quelque temps après des cristaux prismatiques groupés et étoilés, et différens des premiers. Les cristaux plumeux sont une combinaison de sulfure double de carbone et d'hydrogène avec l'ammoniaque : j'appelle ce sel *hydrocarbosulfure d'ammoniaque* ou *sel rougissant*. Le sel de la seconde cristallisation est de l'*hydrosulfo-cyanate d'ammoniaque hydrosulfuré*. Si on expose l'eau mère au contact de l'air, elle perd sa couleur en donnant des cristaux de soufre très-volumineux, mêlés d'un peu d'hyposulfite d'ammoniaque. Après cela, le liquide surnageant contient de l'hydrosulfo-cyanate d'ammoniaque ordinaire.

Le *sel rougissant* est primitivement d'un jaune assez clair ; mais, par le contact de l'air, il passe avec une vitesse extrême au rouge. Sa réaction est alcaline ; il est très-soluble dans l'eau, mais beaucoup moins soluble dans l'alcool. Il donne, avec les dissolutions métalliques, des précipités, qui sont des sulfures doubles de métal et de carbone.

On peut extraire le sulfure double, qui, dans le sel rougissant, est combiné avec l'ammoniaque, en décomposant ce sel par l'acide sulfurique ou l'acide muriatique : c'est une huile d'un rouge brun, plus pesante que l'eau.

L'*hydrosulfo-cyanate hydrosulfuré d'ammoniaque* a tous les caractères d'un sel neutre : il est ordinairement d'un jaune clair, très-soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool, et à peine soluble dans l'éther. Sa dissolution exposée à l'air laisse bientôt déposer des cristaux pyramidaux de soufre, souvent très-volumineux, et après cela la liqueur se comporte comme de l'hydrosulfo-cyanate ordinaire ; il précipite toutes les dissolutions métalliques. Avec les dissolutions de cuivre, le précipité est un composé de deuto-sulfure de cuivre et d'acide hydrosulfocyanique.

Dans un appareil distillatoire, et à l'aide d'une chaleur ménagée, l'hydrosulfo-cyanate hydrosulfuré donne du gaz hydrogène sulfuré mêlé de cyanogène et d'azote, du sel rougissant, qui cristallise en se condensant, et un résidu jaunâtre, qui résiste à une forte chaleur, qui ne s'enflamme que très-difficilement, etc., et qui paraît être un composé particulier de soufre, de carbone et d'hydrogène.

En traitant avec précaution le sel ammoniacal par la potasse, la soude, la baryte et la chaux, on peut obtenir ces bases combinées avec l'acide hydrosulfo-cyanique hydrosulfuré.

Si l'on ajoute à une dissolution du sel ammoniacal faite dans 180 parties d'eau, d'abord de l'acide sulfurique, et ensuite une dissolution de sulfate ou de muriate de peroxide de fer, il se dépose, au bout de peu de temps, des écailles blanches cristallines en grande abondance, et la liqueur se décolore et ne contient plus que du protoxide de fer. La matière écailleuse est un hydrosulfure de cyanogène, dont la formule est probablement $AC^2 CS^4 H^4$; elle est d'un blanc de

neige, presque inodore, inaltérable à l'air, presque insoluble dans l'eau froide, mais décomposée par l'eau bouillante, en produisant de l'acide hydrosulfo-cyanique ordinaire; elle se dissout assez facilement dans l'alcool. L'eau régale la décompose; par la chaleur, elle donne de l'hydrogène sulfuré, du sel rougissant, et le résidu jaunâtre dont on a déjà parlé.

Ce mémoire est terminé par des considérations théoriques fort intéressantes, dans lesquelles M. Zeise émet l'opinion, très-plausible, que l'hydrogène sulfuré peut jouer dans les combinaisons des sulfures le même rôle que l'eau joue dans les combinaisons des oxides.

19. *Recherches sur l'acide fluorique et ses combinaisons les plus remarquables*; par M. J. Berzelius. (Ann. der Phys. und. Chem. 1824; An. de Ch., t. XXVII, p. 53, 167 et 287.)

Fluates
simples.

L'acide fluorique se distingue des autres corps par sa grande capacité de saturation; il forme avec les alcalis des sels solubles, qu'on ne peut pas obtenir parfaitement neutres à l'état solide: ils sont tantôt acides, tantôt alcalins, comme les borates, les séléniates, les arséniates et les phosphates. J'appellerai neutres ceux dans lesquels l'acide sature une quantité de base qui contient 74,71 d'oxygène. Les sels neutres alcalins ont une saveur salée un peu urineuse; les sels acides ont une saveur piquante franchement acide, leur dissolution attaque fortement le verre. Tous les fluates sans couleur deviennent transparens dans l'eau, et on ne les aperçoit pas dans ce liquide. Les

expériences qui suivent ont toutes été faites dans des vases de platine.

Le *fluatè acide de potasse* cristallise en lames, en grandes lames ou en cubes. Exposé à la chaleur, il se fond, donne des vapeurs d'acide fluorique, se solidifie, et laisse, à une chaleur rouge, 0,749 de fluatè neutre; chauffé avec 6 parties d'oxide de plomb, il perd 0,116 d'eau. Sa formule est $\text{K F} + \text{Aq}^{\circ} \text{F}$.

Fluatè acide
de potasse.

Le *fluatè neutre de potasse* est déliquescent et cristallise en cubes. Sa dissolution attaque le verre même à froid, ce qui est extraordinaire; il se fond avec la silice en un verre transparent, sans dégagement d'acide fluorique silicé. Après le refroidissement, il devient blanc et semblable à de la porcelaine: l'eau en sépare du fluatè de potasse.

Fluatè neutre
de potasse.

Le *fluatè acide de soude* est peu soluble dans l'eau froide; il donne des cristaux rhomboïdaux. Sa formule est $\text{Na F} + \text{Aq}^{\circ} \text{F}$.

Fluatè acide
de soude.

Le *fluatè neutre de soude* cristallise en cubes ou en octaèdres réguliers. Il est soluble dans environ 20 parties d'eau; il se fond plus difficilement que le verre.

Fluatè neutre
de soude.

Le *fluatè acide de lithon* est peu soluble, cristallise, et est ramené à l'état de fluatè neutre par la chaleur; ce dernier sel est encore moins soluble, et il se fond au rouge obscur.

Fluatè acide
de lithon.

Le *fluatè acide d'ammoniaque* est plus volatil que le sel ammoniac, et cristallise par condensation en petits prismes; il se fond avant de se sublimer, et attaque le verre, même à sec. Le *fluatè neutre* est déliquescent, et se change en fluatè acide par l'évaporation spontanée.

Fluatè acide
d'ammoniaque.

Le *fluatè de baryte* est un peu soluble dans

Fluatè de
baryte.

l'eau, très-soluble dans l'acide muriatique. L'ammoniaque précipite de cette dissolution un sel double composé d'un atome de fluaté de baryte et d'un atome de muriate de baryte, et qui est plus soluble que le sel simple; l'eau employée en grande quantité le décompose.

Fluâte de strontiane. Le fluâte de strontiane est à peine soluble dans un excès d'acide et dans l'eau.

Fluâte de chaux. Le fluâte de chaux obtenu par double décomposition est en gelée transparente qu'on ne peut filtrer qu'en ajoutant de l'ammoniaque à la dissolution. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique le rendent transparent sans l'altérer à froid; l'acide sulfurique le décompose à une température supérieure à 40°.

Fluâte de magnésie. Le fluâte de magnésie est insoluble dans l'eau et dans un excès d'acide fluorique.

Fluâte de glucine. Le fluâte de glucine est très-soluble, et se prend en masse gommeuse par l'évaporation. A 100°, il abandonne son eau et devient blanc; une chaleur plus forte lui fait perdre une portion de son acide: il forme avec le fluâte de potasse un sel double peu soluble.

Fluâte d'yttria. Le fluâte d'yttria est insoluble, même dans un excès d'acide.

Fluâte d'alumine. Le fluâte d'alumine est extrêmement soluble et incristallisable. La chaleur rouge le change en sous-sel; il produit le même sel lorsqu'on le fait digérer avec de l'hydrate d'alumine récent et humide.

Fluâte de zircone. Le fluâte de zircone est facilement soluble. Par l'évaporation, il donne un sel cristallin, que l'eau décompose en sous-sel insoluble et en sel acide qui se dissout.

Fluâte de manganèse. Le fluâte de protoxide de manganèse n'est so-

luble dans l'eau qu'à la faveur d'un excès de son acide: la chaleur rouge ne le décompose pas. Le fluâte de deutoxide est rouge brun, soluble, cristallise en prismes; l'ammoniaque en précipite de l'hydrate pur sans trace d'acide.

Le fluâte de protoxide de fer s'obtient en faisant digérer du fer dans de l'acide fluorique. Il est incolore et cristallise en tables carrées, peu soluble dans l'eau, soluble dans un excès d'acide, décomposé par la chaleur rouge avec dégagement d'eau et d'acide. Le fluâte de peroxide est soluble; sa dissolution est incolore, et produit, par l'évaporation, des cristaux d'un rouge de chair tendre: l'ammoniaque en précipite un sous-sel.

Le fluâte de zinc est peu soluble dans l'eau et dans l'excès d'acide; mais il se dissout très-bien dans l'ammoniaque.

Le fluâte de cadmium est soluble; sa dissolution se prend en croûtes blanches par l'évaporation.

Les sels neutres de cobalt, de nickel et de cuivre sont solubles dans un excès d'acide, et décomposés par l'eau bouillante en sel acide et en sous-sel.

Le fluâte de protoxide de cuivre est d'un rouge de cinabre, insoluble même dans un excès d'acide, fusible à une chaleur élevée. Exposé à l'air humide, il devient d'abord jaune, puis vert, en se changeant en sous-sel de deutoxide; il se dissout dans l'acide muriatique; sa dissolution est noire, et donne avec l'eau un précipité pulvérulent d'un rouge de rose.

Les fluâtes de protoxide et de deutoxide de cérium se composent absolument comme le fluâte d'yttria.

Le fluâte de plomb est insoluble dans l'eau et

dans un excès de son acide, soluble dans l'acide nitrique et dans l'acide muriatique; très-fusible, il se décompose en partie, mais seulement dans des vases ouverts. L'ammoniaque le change en un sous-sel, qui est soluble dans l'eau; lorsque l'on mêle du muriate de plomb et du fluaté de soude, il se fait un précipité de sel double blanc, très-peu soluble, et composé d'un atome de fluaté de plomb et d'un atome de muriate: il est soluble dans l'acide nitrique; il se fond très-facilement sans se décomposer.

Fluaté de chrome. Le *fluaté de protoxide de chrome* est vert, soluble et cristallisable. Le *fluaté de deutoxide* est d'un rose pâle et soluble.

Fluaté d'antimoine. Le *fluaté d'antimoine* est soluble et cristallisable.

Fluaté d'étain. Le *fluaté de protoxide d'étain* est soluble et cristallise en prismes transparens qui ont de l'éclat; il s'oxide à l'air.

Fluaté d'urane. Le *fluaté de deutoxide d'urane* est jaune et soluble.

Fluaté d'argent. Le *fluaté d'argent* est déliquescent.

Fluaté de mercure. Le *fluaté de deutoxide de mercure*, dissous dans un excès d'acide, donne des cristaux prismatiques d'un jaune foncé. Il est décomposé par l'eau en fluaté acide et en sous-fluaté qui est d'un jaune très-beau. Le sel neutre sublimé dans des vases de platine les attaque en se décomposant en partie. A l'aide de la chaleur, il attaque le verre avec dégagement d'acide fluorique silicé.

Fluaté de platine. Le *fluaté de platine* est soluble dans l'eau et dans l'alcool et incristallisable. Après avoir été chauffé à la chaleur de 60°, l'eau le décompose en sel basique.

Le *fluaté de platine et de potasse* est soluble

dans l'eau, cristallisable et insoluble dans l'alcool. Pour préparer le premier sel, on laisse tomber goutte à goutte du muriate de platine dans une dissolution de fluaté de potasse, tant qu'il s'y fait un précipité; on dessèche et on traite par l'alcool. Pour préparer le second, on n'ajoute pas une quantité suffisante de muriate de platine pour précipiter toute la potasse, et l'on fait cristalliser.

J'avais trouvé anciennement que 100 de fluaté de chaux donnent 173,63 de sulfate de chaux; mais j'ai reconnu que le minéral dont je m'étais servi, et qui venait de Derbyshire, contenait 0,005 de phosphate de chaux et de manganèse (1). Ayant préparé du fluaté de chaux absolument pur, en me servant d'acide fluorique et de carbonate de chaux, et faisant digérer le dépôt avec de l'acide muriatique pour en séparer les plus petites traces de silice qu'il aurait pu contenir, il m'a donné, par l'acide sulfurique, 175 de sulfate pour 100; d'où il suit qu'il contient :

Acide fluorique. 0,273145—100

Chaux. 0,726855—266,106,

et par conséquent que le poids de son atome est 979,65, celui de l'atome de l'acide fluorique 267,59, et que la capacité de saturation de cet acide est de 74,74.

Les fluates ont une grande facilité à former des sels doubles en se combinant entr'eux: les fluates de potasse, de soude et d'ammoniaque n'en forment pas ensemble.

Fluates doubles.

(1) Pour cela, j'ai fait digérer le sulfate de chaux avec de l'acide muriatique; j'ai précipité la dissolution par l'ammoniaque, et j'ai lavé le dépôt à grande eau, etc.

Fluate d'alumine et de soude.

Lorsqu'on ajoute à une dissolution de fluatide d'alumine par petites portions, jusqu'à ce que l'acidité disparaisse, le liquide n'est presque que de l'eau pure, et le sel double produit est identique avec la cryolithé. On obtient encore le même sel en faisant digérer de l'hydrate d'alumine dans une dissolution de fluatide neutre de soude; la liqueur devient alors très-alcaline. J'ai analysé ce sel, en le traitant par l'acide sulfurique, et j'y ai trouvé 0,2440 d'alumine, 0,4425 de soude, et par conséquent 0,3135 d'acide fluorique; ce qui donne la formule $3\text{NaF} + \text{Al}^2\text{F}^3$.

Fluate d'alumine et de potasse.

Il y a un fluatide d'alumine et de potasse analogue au fluatide d'alumine et de soude; mais il ne se forme pas aussi aisément. L'alumine se dissout à froid dans le fluatide de potasse; lorsque l'on fait bouillir, une partie du sel double se dépose, et une autre reste dans la liqueur qui devient très-alcaline. Le fluatide de potasse est précipité par l'alun; mais l'inverse n'a lieu que lorsqu'on emploie un excès de fluatide. C'est toujours un sel double que l'on obtient dans toutes les analyses où l'acide fluorique et l'alumine se trouvent réunis, et où l'on se sert de la potasse ou de la soude pour la décomposition du minéral. Ces sels doubles sont décomposés par une forte chaleur en fluatide de potasse et alumine, et il se vaporise de l'acide fluorique, qui entraîne un peu d'alumine et de silice s'il y en a.

Fluate d'alumine et d'ammoniaque.

Le fluatide d'ammoniaque donne aussi un sel double avec l'alumine; il est demi-transparent, et ressemble à de la silice: l'eau pure le dissout sensiblement; la chaleur le change en sous-fluatide d'alumine.

On sait déjà que la lithine forme avec l'acide fluorique et l'alumine un sel double insoluble, que l'on trouve mêlé dans l'*amblygonite* avec un sel semblable formé par l'acide phosphorique, l'alumine et la lithine.

Le fluatide d'alumine a une grande disposition à former des sels doubles avec des fluatides métalliques. Ceux de cuivre, de zinc et de nickel sont solubles et cristallisables en longues aiguilles prismatiques. Leur dissolution donne, avec l'ammoniaque, un précipité qui est un aluminatide de l'oxide.

Plusieurs fluatides qui contiennent des bases à trois atomes d'oxygène donnent des sels doubles comme le fluatide d'alumine. Les fluatides d'oxide de chrome et d'alcali sont pulvérulens et d'un vert d'herbe: ceux de peroxide de fer sont très-solubles; ceux d'urane sont très-solubles; ceux d'antimoine sont cristallisables.

Les fluatides acides à base d'alcali égalent les sulfates acides, les tartrates et les oxalates à base de potasse et de soude, dans leurs propriétés de former des sels doubles avec les oxides métalliques. Ces sels sont en général peu solubles et presque sans couleur.

L'acide fluorique se distingue des autres acides par la propriété de former avec des acides plus faibles que lui des composés dans lesquels ceux-ci lui servent de bases. Ces composés, qui peuvent former des sels doubles avec les fluatides des oxides électro-négatifs, ont la propriété générale, à l'état de saturation, d'éprouver une décomposition partielle par l'eau: d'où résultent une dissolution acide et la séparation de l'oxide électro-

Fluates d'alumine et de lithine.

Fluates d'alumine et de cuivre, de zinc et de nickel.

Fluates de chrome, de peroxide de fer et d'alcalis.

Fluates alcalins et métalliques.

Combinaisons de l'acide fluorique avec les acides et les oxides électro-négatifs.

négalif, soit pur, soit combiné avec une très-petite quantité d'acide fluorique. La dissolution acide est un véritable sel double, dans lequel l'eau est une des bases qui peut être remplacée par toutes les bases plus fortes.

Fluates de silice.

Le composé gazeux d'acide fluorique et de silice n'est point un acide, comme on l'a cru, mais un sel neutre de silice : il n'est absorbé ni par les carbonates alcalins, ni par la chaux caustique, mais il se combine immédiatement avec tous les fluates réduits en poudre fine, en formant avec eux des fluates doubles, sels que l'on a désignés jusqu'ici sous le nom impropre de *fluosilicates*. L'alcool absorbe plus de la moitié de son poids de gaz fluorique silicé, sans résidu. Dès que la liqueur commence à être saturée, elle se prend en gelée transparente, et elle répand l'odeur de l'éther. L'huile de pétrole l'absorbe aussi, mais en moindre quantité. L'eau le décompose, et en sépare le tiers de la silice qu'il contient. Dans cet état, la silice est très-sensiblement soluble dans l'eau; en sorte que, quand les liqueurs sont étendues, il en reste une quantité très-notable en dissolution dans le fluat liquide. La silice bien lavée ne retient pas d'acide fluorique.

Dans le gaz fluorique silicé gazeux, l'acide et la silice contiennent la même quantité d'oxygène, c'est-à-dire

Acide fluorique. 0,409—3 at.

Silice. 0,591—2 at.

Pour l'analyser, j'ai fait arriver le gaz dans de l'eau jusqu'à ce qu'elle ait acquis la consistance de bouillie, et j'ai recueilli la silice; puis j'ai saturé la liqueur avec du carbonate de soude jus-

qu'à cessation de toute effervescence; il s'est précipité un sulfate double de silice et de soude, très-peu soluble, que j'ai séché et pesé, ce qui m'a donné une portion de l'acide fluorique. (Voyez plus loin la composition de ce sel.) Toutes les liqueurs qui contenaient encore de la silice et du fluat double ont été sursaturées de carbonate de soude, puis mêlées avec une dissolution de carbonate de zinc dans l'ammoniaque, et évaporées presque jusqu'à siccité. La silice, maintenant combinée avec l'oxyde de zinc, a pu être lavée et pesée sans perte. L'eau de lavage a été exactement neutralisée avec de l'acide acétique et évaporée; en traitant la masse saline par l'alcool, il est resté du fluat de soude pur.

Le fluat acide de silice est très-soluble dans l'eau. Dans son plus grand état de concentration, la dissolution contient 100 d'eau sur 112,95 de fluat. Les liqueurs étendues se concentrent spontanément à l'air; les liqueurs concentrées, au contraire, attirent l'eau atmosphérique. Le meilleur moyen d'obtenir une dissolution saturée est de mettre de la silice en poudre fine dans un petit vase avec de l'acide fluorique affaibli par deux à trois fois son volume d'eau, et refroidi artificiellement. Les dissolutions saturées s'évaporent à la température d'environ 40° sans laisser de résidu; elles attaquent fortement le verre.

Le fluat de silice liquide est composé de 3 atomes d'acide fluorique aqueux et de 2 atomes de fluat de silice neutre : il se combine avec toutes les bases et produit des fluates doubles; il dissout le fer, le zinc, etc.

Les fluates doubles de silice ont une saveur

Fluates doubles de silice.

amère acidule, absolument semblable à celle de la crème de tartre. Tous rougissent le tournesol, et la plupart sont solubles dans l'eau : ceux de potasse, de soude, de lithine, de baryte, de chaux et d'ytria sont les seuls peu solubles. A une température élevée, ils sont tous décomposés ; le fluaté de silice se dégage, et il reste du fluaté neutre de l'autre base. Les alcalis les décomposent ; avec les fluates alcalins, il se sépare de la silice pure ; avec les fluates alcalins terreux, il se dépose un mélange de fluaté et de silice, et avec les fluates terreux et métalliques, il se précipite un bisilicate terreux ou métallique. La plupart des fluates doubles sont promptement décomposés par l'acide sulfurique avec dégagement de gaz fluosilicique. Les acides nitrique et muriatique ne les décomposent qu'en partie.

Dans ces sels, l'acide fluorique contient trois fois et la silice deux fois autant d'oxygène que l'autre base.

Fluaté de
silice et de
potasse.

Le *fluaté de silice et de potasse* est très-peu solide ; il cristallise en petits rhomboides. Il est anhydre ; il faut une forte chaleur pour le décomposer, sur-tout en vases clos. Il est soluble dans la potasse caustique ou carbonatée, mais seulement à la chaleur de l'ébullition.

Fluaté de
silice et de
soude.

Le *fluaté de silice et de soude* ressemble parfaitement au précédent ; il est un peu plus soluble et cristallise en hexaèdres. Il est composé de

Acide sulfurique.	0,33846	Fluaté de soude.	0,442—3at.
Soude.	0,32844	Fluaté de silice.	0,558—2at.
Silice.	0,33310		

Fluaté de
silice et de
lithine.

Le *fluaté de silice et de lithine* est très-peu soluble dans l'eau, plus soluble dans un excès d'acide : il cristallise en rhomboides ; il se fond

au rouge, et retient très-fortement son fluaté de silice.

Le *fluaté de silice et d'ammoniaque* est très-soluble, et donne de gros cristaux rhomboédriques transparens ; il se volatilise avant de se fondre. L'ammoniaque le décompose et en sépare la silice ; on l'obtient facilement en distillant un mélange de sel ammoniac avec le fluaté double de potasse ou de soude.

Fluaté de
silice et
d'ammo-
niaque.

Le *fluaté de silice et de baryte* est en grains cristallins, insoluble dans l'eau et dans l'acide muriatique ; il est anhydre : la chaleur rouge en dégage aisément le fluaté de silice. Il est composé de

Fluaté de
silice et de
baryte.

Acide fluorique.	0,2327	Fluaté de baryte.	0,6226
Baryte.	0,5443	Fluaté de silice.	0,3774
Silice.	0,2230		

On l'obtient en mêlant du muriate de baryte avec du fluaté de silice liquide.

Le *fluaté de silice et de strontiane* est très-soluble dans un excès d'acide ; il cristallise en prismes à quatre pans presque rectangulaires : l'eau le décompose en partie. La solubilité de ce sel donne un moyen très-facile et suffisamment exact de séparer la baryte de la strontiane. On dissout les deux alcalis dans l'acide muriatique ou dans l'acide acétique ; on verse dans la dissolution de l'acide fluorique silicé liquide : la baryte se précipite. Une très-petite quantité d'acide sulfurique ajoutée à la dissolution en précipite le peu de baryte qui y était resté, sans agir sur la strontiane.

Fluaté de
silice et de
strontiane.

Moyen de
séparer la
baryte de la
strontiane.

Le *fluaté de silice et de chaux* est insoluble dans l'eau, soluble dans un excès d'acide ; il

Fluaté de
silice et de
chaux.

cristallise en prismes à quatre pans : l'eau le décompose en partie.

Fluate de silice et de magnésie, ou de glucine ou d'alumine.

Le *fluat* de silice et de magnésie, ou de glucine ou d'alumine, est très-soluble, et se présente en masse gommeuse.

Fluate de silice et d'yttria.

Le *fluat* de silice et d'yttria est insoluble dans l'eau et soluble dans un excès d'acide.

Fluate de silice et de zircon.

Le *fluat* de silice et de zircon est soluble, et se présente en cristaux blancs nacrés.

Fluate de silice et de chrome.

Le *fluat* de silice et de chrome est d'une couleur verte, très-soluble et incristallisable.

Fluate de silice et de manganèse.

Le *fluat* de silice et de manganèse est très-soluble et cristallise en prismes hexaèdres.

Fluates de silice et de fer.

Le *fluat* de silice et de protoxide de fer est soluble et cristallise en prismes hexaèdres blancs verdâtres. Le *fluat* de silice et de peroxide est soluble, incristallisable et presque incolore.

Fluates de silice et de cobalt, de nickel ou de cuivre.

Les *fluates* de silice et de cobalt, ou de nickel ou de cuivre, sont solubles et cristallisent en rhomboïdes. Ces trois sels sont isomorphes entre eux et avec les fluates de manganèse, de fer et de zinc : ils contiennent tous une quantité d'eau, dont l'oxigène est sept fois celui de la base.

Fluate de silice et d'antimoine.

Le *fluat* de silice et d'antimoine est soluble et cristallise en prismes.

Fluate de silice et d'étain.

Le *fluat* de silice et d'étain est très-soluble, cristallise en prismes, et attire l'oxigène de l'air.

Fluate de silice et de zinc ou de cadmium.

Le *fluat* de silice et de zinc est très-soluble.

Fluates de silice et de mercure.

Le *fluat* de silice et de cadmium est soluble, et cristallise en longs prismes efflorescens.

Le *fluat* de silice et de protoxide de mercure est peu soluble et cristallise. Le *fluat* de deutoxide n'est soluble que dans un excès d'acide, et cristallise en aiguilles verdâtres : l'eau le décompose.

Le *fluat* de silice et de plomb est très-soluble, se fond en masses gommeuses par l'évaporation.

Fluate de silice et de plomb.
Fluate de silice et d'argent.

Le *fluat* de silice et d'argent donne de petits cristaux blancs, grenus, déliquescens : un excès d'ammoniaque en précipite du silicate d'argent.

Le *fluat* de silice et de platine est très-soluble et incristallisable.

Fluate de silice et de platine.
Fluosilicates, topaze, pycnite.

Il y a de véritables *fluosilicates*. La topaze et la pycnite en offrent deux exemples : la première est formée d'un atome de fluat basique d'alumine, et de neuf atomes de silicate d'alumine, et la seconde d'un atome de fluat neutre de la même base et de neuf de silicate.

Si, après avoir fait digérer dans de l'acide muriatique du spath-fluor et de la silice, on verse dans la liqueur claire du muriate de chaux et de l'ammoniaque, il se précipite du fluosilicate de chaux composé de trois atomes de fluat et d'un atome de bisilicate : c'est le même composé que l'on obtient lorsqu'après avoir dissous l'apophyllite dans l'acide nitrique froid ou dans l'acide muriatique faible on précipite par l'ammoniaque.

Fluosilicate de chaux.

La combinaison qui se produit quand on mêle ensemble deux volumes de gaz ammoniac et un volume de fluat de silice paraît être un fluosilicate anhydre formé d'un atome de fluat et d'un atome de silicate : l'eau le décompose et en sépare la silice.

Fluosilicate d'ammoniaque.

20. *Sur les nitrières naturelles de Ceylan*; par M. John Davy. (Ann. de Ch., t. XXV, p. 209.)

Il y a dans cette île vingt-deux cavernes, d'où l'on extrait le nitre. Les principales sont

celles de Memoorā, de Boulat wellegoddi et d'Ouva. Les roches dans lesquelles elles sont creusées contiennent toujours au moins du carbonate de chaux et du feldspath. La décomposition de celui-ci fournit la base, et le carbonate, en exerçant sur l'oxygène et l'azote de l'atmosphère une action particulière, mais dont jusqu'ici on n'a pas du tout compris la nature, donne naissance à l'acide. La présence simultanée de l'air atmosphérique, de la chaux et d'un minéral alcalin, est absolument nécessaire à la production du salpêtre; cette production est singulièrement favorisée par l'existence d'un peu d'humidité et celle d'une petite quantité de matière animale; mais ces deux dernières circonstances ne sont pas indispensables.

Voici quelle est la composition des roches qui produisent le plus de nitre, à Memoorā, à Ouva et au Bengale.

	Memoorā.	Ouva.	Bengale.
Nitrate de potasse . . .	0,024	0,033	0,083
Nitrate de magnésie . . .	0,017	...	...
Nitrate de chaux	0,055	0,037	0,037
Sulfate de magnésie . . .	0,002	...	...
Sulfate de chaux . . . . .	...	...	0,008
Muriate de soude . . . . .	...	...	0,002
Eau	0,094	0,153	0,120
Carbonate de chaux . . .	0,256	} 0,512	0,350
Matière terreuse . . .	0,607		0,400
Matière animale	0,267		

21. *Sur le nitrate de strontiane*; par MM. H.-J. Brook et J.-T. Copper. (Annals of phil. Avril 1824, p. 287 et 289.)

Il y a deux nitrates de strontiane qui renferment la même proportion relative de base et

d'acide, mais dont l'une est anhydre, et l'autre contient de l'eau. Le sel anhydre cristallise en octaèdres réguliers comme le nitrate de plomb, et il est composé de 0,5092 acide et 0,4908 strontiane.

Le sel qui contient de l'eau paraît avoir pour forme primitive un prisme oblique rhomboïdal, dont deux pans du prisme font entre eux un angle de $66^{\circ}20'$, tandis que la base s'incline sur eux de $103^{\circ}40'$. Il est composé de 0,368 acide, 0,354 strontiane et 0,278 eau.

22. *Instruction sur l'essai du chlorure de chaux*; par M. Gay-Lussac. (Ann. de Ch., t. XXVI, p. 162.)

Une même quantité de chlore à l'état de gaz en dissolution dans l'eau, ou combinée avec un alcali, détruit toujours la même quantité de matière colorante.

Lorsque l'on prépare le chlorure de potasse ou de soude, il faut employer tout au plus 125^g d'alcali par litre d'eau; sans quoi, une portion du chlorure d'oxide pourrait se décomposer en chlorure métallique et en chlorate.

La chaux à l'état d'hydrate solide absorbe facilement le chlore: il se forme un sous-chlorure qui contient 101^{lit}, 21 de chlore par kilogramme. En le délayant dans l'eau, il se décompose; une moitié de la chaux se précipite et l'autre moitié reste en dissolution, combinée avec tout le chlore, et forme par conséquent un chlorure neutre.

Pour évaluer une quantité de chlore en combinaison avec l'eau ou avec une base, on se sert d'une dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique. On a reconnu que pour obtenir des effets cons-

tans de décoloration il fallait verser très-rapidement l'une des dissolutions dans l'autre.

Je prends pour teinture d'épreuve une dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique, étendue d'eau de telle manière qu'elle soit décolorée par le dixième de son volume de chlore gazeux. J'appelle degré chaque volume de teinture d'épreuve décoloré, et je divise le degré en 10 parties.

La composition des oxides de manganèse dont on fait usage dans les fabriques est très-variable. Le peroxide pur produit 1 litre de chlore pour 38,98, et 231^{lit.},23 par kilogramme. Pour faire l'essai d'une manganèse, on en prend 38,98, on les traite à une douce chaleur par l'acide hydrochlorique, et on reçoit le chlore, qui se dégage dans un peu moins d'un litre de lait de chaux; vers la fin de l'opération, on fait bouillir l'acide hydrochlorique pour faire passer le chlore des vaisseaux dans le lait de chaux, et on complète le volume d'un litre en ajoutant au lait de chaux une quantité d'eau convenable. Le titre de ce chlorure donne exactement celui de l'oxide de manganèse.

Description
du chloro-
mètre.

Voici quelle est la construction de l'instrument, et comment on doit s'en servir.

A, petite balance (*pl.* IV).

B, poids de 5 grammes.

C, mortier pour pulvériser le chlorure de chaux : en faisant cette opération, on est assuré que l'essai a plus d'exactitude, parce qu'il y a souvent dans le chlorure des grumeaux qui ne se dissolvent que lentement.

D, cloche à pied contenant $\frac{1}{2}$ litre jusqu'au trait circulaire *m*, terminé par deux flèches en

regard : c'est la surface de l'eau qu'on doit faire coïncider avec ce trait, et non son bord supérieur, qu'on a indiqué dans la figure par une ligne ponctuée.

La cloche doit être posée sur une table horizontale.

E, agitateur pour remuer la dissolution du chlorure et la rendre homogène : on l'enfonce et on le soulève alternativement dans le liquide, sans l'en faire sortir.

F, petite mesure ou pipette de 2 $\frac{1}{2}$ centimètres cubes, constante dans le chloromètre dont il est question : elle est destinée à mesurer la dissolution de chlorure de chaux. Pour remplir cette pipette, on l'enfonce dans le chlorure jusqu'au-dessus du trait circulaire *n*, qui termine sa capacité, ou on y fait monter le chlorure par succion : quand elle est remplie, on pose l'index, qui ne doit être ni trop humide, ni trop sec, sur son orifice supérieur; on la sort du liquide et on appuie son extrémité inférieure sur le bord de la cloche à pied, comme on le voit en *G*, ou contre le doigt. En ménageant convenablement la pression, et en imprimant à la tige de la pipette un léger mouvement circulaire alternatif entre les doigts, le liquide descend lentement; et quand le bas de la courbe concave qui le termine est dans le plan du petit trait circulaire, on arrête aussitôt l'écoulement en exerçant une plus forte pression, et on vide la pipette dans le grand verre à boire *H* (1).

(1) Quand la pipette sera devenue opaque, on lui rendra sa transparence en la trempant dans de l'acide hydrochlorique ou dans du vinaigre.

H, grand verre à boire destiné au mélange de la teinture d'épreuve d'indigo avec le chlorure.

Il doit être placé sur une feuille de papier blanc, parce qu'il est plus facile d'apprécier les changemens de couleur qu'éprouve l'indigo en se décolorant par le chlore.

I, burette destinée à mesurer la teinture d'épreuve : chaque grande division ou degré est d'une capacité égale à celle de la petite pipette *F*; le degré est divisé en 5 parties, ce qui a paru suffisant pour la pratique; mais pour le calcul, on transformera les cinquièmes en dixièmes. On remplit la burette de teinture d'épreuve jusqu'au degré 0, et cela est très-facile; on y met un peu plus de teinture qu'il n'en faut, et on fait écouler l'excédant goutte à goutte par le bec, dont l'extrémité doit être recouverte d'une légère couche de cire ou de suif, pour mieux déterminer l'écoulement par gouttes.

K, tube gradué de la même manière que la burette, mais en sens inverse. Il est destiné à contenir la teinture d'épreuve, qu'on doit verser brusquement dans celle du chlorure. Pour obtenir commodément le volume de teinture que l'on désire, on se sert du tube *L*, effilé à son extrémité inférieure; on enlève l'excédant de la teinture en y enfonçant le tube plus ou moins, et pressant avec l'index sur l'orifice supérieur avant de l'en retirer, on ajoute ce qui manque en puisant de la même manière avec le tube dans le flacon renfermant la teinture d'indigo.

Teinture
d'épreuve.

Prenez une quantité déterminée d'indigo passé au tamis de soie; mettez-la dans un matras avec neuf fois son poids d'acide sulfurique concentré, et faites chauffer au bain-marie à la tempéra-

ture de l'eau bouillante, pendant six à huit heures. Délayez ensuite une partie de la dissolution d'indigo dans une quantité d'eau convenable pour qu'un volume de chlore en décolore exactement dix fois ce même volume, ce sera alors la teinture d'épreuve. La manière la plus simple, et en même temps suffisamment exacte, de préparer un liquide contenant son volume de chlore, sera de prendre 5g. 980 de peroxide de manganèse cristallisé en belles aiguilles, de le traiter par l'acide hydrochlorique, et de recevoir le chlore dans un lait de chaux, dont on ramènera le volume à un litre après l'opération, ainsi qu'on l'a dit pour l'essai des manganèses; mais quand on voudra opérer avec toute l'exactitude possible, il faudra préparer du chlore à l'état gazeux, et le faire absorber par de l'eau dans laquelle on aura délayé un peu de chaux, en tenant compte de sa température, de sa pression et de son humidité.

La teinture d'épreuve étant décolorée peu à peu par la lumière, on doit la conserver à l'abri de son contact. On y parvient facilement en la mettant dans des cruches de grès; mais pour l'usage du chloromètre, on peut se servir d'un flacon de verre d'un demi-litre, en ayant toute-fois l'attention de ne pas l'exposer aux rayons directs du soleil : le mieux sera de l'enfermer dans une armoire.

Observation
importante,

Prenez dans la masse du chlorure à essayer divers échantillons, que vous mêlerez pour avoir sa qualité moyenne; pesez-en 5 grammes, broyez-les dans le mortier avec assez d'eau pour en faire une bouillie claire; puis délayez avec une nouvelle quantité d'eau, et décantez dans la cloche de $\frac{1}{2}$ litre. Pour faire cette opération sans perdre de liquide,

Procédé
pour faire
l'essai.

appuyez le bord du mortier contre le pilon, ainsi que le montre la figure *D*. Broyez de nouveau le résidu de chlorure qui sera resté dans le mortier, délayez et décantez; répétez les mêmes opérations jusqu'à ce que tout le chlorure soit broyé et qu'il n'en reste plus dans le mortier. Rincez celui-ci, et versez l'eau dans la cloche; complétez le volume de $\frac{1}{2}$ litre que doit avoir la dissolution du chlorure, et agitez pour la rendre parfaitement homogène. Remplissez la burette de teinture d'épreuve jusqu'à 0°, et versez-en de la burette dans le verre *H* une quantité inférieure à celle présumée devoir être décolorée par une mesure de chlorure: par exemple, 5°.

Prenez une mesure de chlorure avec la pipette *F*; faites-la couler rapidement dans la teinture en soufflant dans le tube; pendant ce temps agitez le mélange. Si la teinture était complètement décolorée, ajoutez-en sans retard de la burette une quantité suffisante pour amener le liquide à une couleur légèrement verdâtre: la quantité de teinture manquant dans la burette sera la mesure du titre du chlorure, pourvu que la seconde portion de teinture ajoutée soit peu considérable, et ne s'élève pas à 5 dixièmes de degré.

Mais cette seconde portion de teinture versée de la burette dans le chlorure est-elle plus grande que 5 dixièmes de degré, par exemple, est-elle égale à 1°,2, il convient alors de recommencer l'essai. Remplissez la burette de teinture, et versez-en dans le verre une quantité égale à celle qui a été décolorée dans l'essai précédent, et même quelques centièmes de plus. Achevez d'ailleurs l'opération comme il vient d'être dit.

L'essai n'a atteint le dernier degré de précision dont il est susceptible, que lorsque la teinture d'épreuve prend immédiatement, quand on y met le chlorure, la teinte indiquée, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de nouvelle teinture de la burette.

Par ces opérations successives, on approche aussi près qu'on veut du véritable titre du chlorure; néanmoins nous ne pensons pas qu'on puisse répondre en général de plus de $\frac{1}{50}$. Ces opérations paraîtront peut-être compliquées; mais nous remarquerons que chacune d'elles peut être exécutée en deux ou trois minutes; que lorsqu'on connaît à-peu-près d'avance le titre du chlorure, deux opérations seront suffisantes, et que dans les travaux courans d'une fabrique on n'aura besoin que d'en faire une. Au reste, nous supposons qu'il s'agisse de connaître exactement le titre du chlorure de chaux pour en fixer la valeur, et dans ce cas on ne doit être avare ni de temps ni de soins.

Le même procédé s'applique immédiatement à l'essai d'une dissolution de chlore dans l'eau; cependant, il vaudra mieux commencer par ajouter au chlore un peu de chaux vive en poudre pour le convertir en chlorure: l'eau de javelle, qui est aussi un chlorure, est essayée absolument de la même manière.

Le tube *K*, qui fait partie du chloromètre, est destiné à faire l'essai du chlorure en versant brusquement l'indigo dans le chlorure. Pour cela, on cherche d'abord avec la burette combien il faut de teinture pour saturer une mesure de chlorure.

On recommence l'essai, en mettant dans le tube *K* une quantité de teinture égale à celle qui

vient d'être décolorée et même un peu plus, et on la verse rapidement dans une nouvelle mesure de chlorure; on complète ce qui manque de teinture pour obtenir la couleur verdâtre, et l'on recommence l'essai, en mettant dans le tube une quantité de teinture égale à celle qui a été décolorée dans l'essai précédent. La marche de ce mode d'essai est exactement la même que celle du premier; mais comme les résultats en sont les mêmes, et qu'il exige de plus le tube *K* et la pipette *L*, nous pensons qu'il ne mérite pas la préférence.

23. *Sur la décomposition des sulfates métalliques par l'hydrogène*; par M. J.-A. Arfvedson. (Ann. der Physik und Chemie. 1824.)

On a essayé de réduire plusieurs sulfates par l'hydrogène et par l'hydrogène sulfuré. L'appareil dont on s'est servi était formé d'un tube de baromètre, d'un verre peu fusible, au milieu duquel était soufflée une boule, où l'on plaçait le sulfate, et que l'on chauffait à l'aide d'une lampe d'Argant à alcool; les gaz étaient desséchés par du chlorure de calcium. Plusieurs sulfates ont produit des composés nouveaux d'oxide et de sulfure.

Sulfate de manganèse.

Le sulfate de manganèse est réduit à la chaleur rouge par le gaz hydrogène, avec dégagement d'eau et d'acide sulfureux: il perd 0,4722 de son poids, et se change en un oxisulfure d'un vert un peu plus clair que le protoxide et inaltérable à l'air; ce composé se distingue du sulfure en ce qu'il est d'un vert beaucoup moins sombre, et qu'il s'oxide moins facilement à l'air. Le gaz hydrogène sulfuré le transforme en sulfure à une

température très-peu élevée: il se forme beaucoup d'eau. Cet oxisulfure est composé de:

Manganèse. 0,7026 ou sulfure de mangan. 0,55—1 at.
Soufre. . . . 0,1986 oxide de manganèse. 0,45—1 at.
Oxigène . . . 0,0988

En réduisant le protoxide ou le sulfate de manganèse par l'hydrogène sulfuré, on obtient un sulfure qui est absolument de même nature que le sulfure natif de Nagiag, et qui est formé d'un atome de manganèse et d'un atome de soufre.

Lorsque le sulfate de zinc est traité par le gaz hydrogène, il se décompose de manière qu'un peu plus de la moitié se change en sulfure et le reste en oxide, sans aucun rapport déterminé: il se dégage de l'eau et de l'acide sulfureux, et il se sublime un peu de zinc métallique.

Sulfate de zinc.

Le sulfate de cobalt donne avec l'hydrogène un oxisulfure, dont la composition est la même que celle de l'oxisulfure de manganèse. Par l'hydrogène sulfuré, il est changé en un sulfure qui contient un peu plus de soufre que le sulfure simple.

Sulfate de cobalt.

Quand on fait passer de l'hydrogène sur du sulfate de nickel, il se dégage d'abord de l'eau et de l'acide sulfureux; mais, vers la fin, le gaz a l'odeur de l'hydrogène sulfuré, et il reste un sous-sulfure d'un jaune pâle, métallique, attirable à l'aimant, et composé de 2 atomes de nickel et d'un atome de soufre.

Sulfate de nickel.

L'oxide de nickel est changé par le gaz hydrogène sulfuré en un sulfure qui n'est pas magnétique, et qui contient, comme le sulfure natif:

Nickel. . . . 0,6498—1 at.
Soufre. . . . 0,3502—1 at.

Le protosulfate de fer se comporte avec l'hydrogène comme le sulfate de nickel ; il donne un sous-sulfure, formé d'un atome de soufre et deux de fer, et qui est pulvérulent, d'un gris sombre et très-attirable à l'aimant. Lorsqu'on fait passer de l'hydrogène sulfuré sur ce sous-sulfure, il absorbe du soufre. Le nouveau composé que l'on obtient a la même composition que la pyrite magnétique analysée par Stromeyer ; c'est-à-dire qu'il contient :

Fer. . . . 0,5985 ou sulfure. . . 6 at.
Soufre. . . 0,4015 bisulfure. . . 1 at.

Sulfate de fer basique.

Le sulfate de fer basique que l'on obtient en versant dans le sulfate moins d'alcali qu'il n'en faut pour le décomposer entièrement, et qui est formé de deux atomes de base et d'un atome d'oxide, étant traité par l'hydrogène, a perdu la moitié de son soufre et tout son oxigène. Il s'est par conséquent changé en un sous-sulfure composé de 4 atomes de fer et un de soufre.

Sulfate de plomb.

Le sulfate de plomb se réduit facilement par l'hydrogène ; il se dégage de l'eau, de l'acide sulfureux et du soufre ; une moitié du sel produit du plomb et l'autre du sulfure.

Sulfates de cuivre, de bismuth, d'étain et d'antimoine.

Le sulfate de cuivre et le sulfate de bismuth traités par l'hydrogène laissent du métal pur. Le sulfate d'étain a donné de l'étain avec un peu de sulfure, et le sulfate d'antimoine un mélange d'antimoine, d'oxide et de sulfure.

24. *Sur les battitures de fer*; par M. P. Berthier, *ing. des mines.* (Ann. de Ch., t. XXVII, p. 19.)

Lorsqu'on chauffe à la chaleur blanche des morceaux de fer pur pour les étirer en barres ou

pour les réduire en feuilles, ils se recouvrent d'une croûte d'oxide, qui s'en détache sous la forme d'écaillés aussitôt qu'ils reçoivent le choc des marteaux ou la pression des laminoirs. Ces écaillés sont connues, dans les usines, sous le nom de *battitures*.

Les battitures sont d'autant plus épaisses que les masses de fer sur lesquelles elles se sont formées sont restées plus long-temps dans les foyers de chaufferie : elles n'ont ordinairement qu'un à deux millimètres; elles sont d'un noir luisant, ayant un éclat demi-métallique; leur structure est cristalline et présente des lames entrecroisées, perpendiculaires à la surface des écaillés. On dit qu'on en a observé en cristaux bien nets, ayant la forme de l'octaèdre régulier. Le plus souvent elles se composent de deux couches parallèles, l'une compacte et cristalline, qui se trouve en contact avec le fer, et l'autre grenue et boursoufflée, qui forme la partie extérieure. Cette structure ne permet pas de douter qu'elles ne se liquéfient à une certaine époque de leur formation. Il est probable que leur fusion est produite par la chaleur locale qui se développe au moment où le fer incandescent se combine avec l'oxigène de l'air, chaleur qui doit par conséquent être très-grande, mais qui, se dissipant promptement, laisse bientôt la matière passer à l'état solide, en prenant une structure cristalline lorsque le refroidissement n'est pas trop rapide. On observe un phénomène semblable dans la combustion produite par le choc du briquet, dans la coupellation et dans beaucoup d'autres circonstances. On peut les obtenir fondues, en les chauffant dans un creuset brasqué à la tempéra-

ture de 150° p., comme on le verra plus loin; elles sont alors à cassure en partie écailleuse, en partie conchoïdes et très-éclatantes, mais elles ne présentent aucun indice de cristallisation.

Les battitures sont très-magnétiques. Quand on les réduit en grains de la grosseur d'une tête d'épingle, elles s'attachent au barreau aimanté comme le fer métallique. Leur poussière est d'un noir grisâtre sans éclat. J'ai trouvé leur pesantier spécifique de 3,50; mais comme elles renferment toujours des cavités bulleuses, ce nombre est un *minimum*. Effectivement on trouve la pesanteur spécifique des battitures fondues au creuset brasqué, de 5,20.

Composi-
tion.

Jusqu'ici on a cru que l'oxide des battitures était identique avec l'oxide magnétique de la nature et avec celui que l'on obtient lorsque l'on fait passer de la vapeur d'eau sur du fer chauffé au rouge. Ayant eu besoin d'oxide de fer très-pur pour faire des essais sur les silicates de fer, j'ai employé les battitures en admettant cette supposition; mais j'en ai pas tardé à m'apercevoir qu'elles ne contiennent pas autant d'oxigène que l'oxide magnétique, nommé actuellement *deutoxide*: par exemple, lorsque, pour préparer un proto-silicate de fer, j'employais des proportions calculées de battitures et de limaille de fer, il restait toujours une certaine quantité de métal non oxidé. Quand je réduisais des battitures au creuset brasqué par cémentation, j'obtenais constamment des culots plus lourds que ceux qu'aurait pu produire l'oxide natif pur dans les mêmes circonstances. J'ai donc été obligé de rechercher quelle en est la vraie composition: cela m'a été facile, et il résulte de mes expériences qu'elles

forment un oxide nouveau, qui, d'après la quantité d'oxigène qu'il renferme, se range entre le protoxide et l'oxide magnétique de la nature.

Cet oxide ne produit pas de sels particuliers: il se décompose par l'action des acides, en protoxide et en peroxide, tout comme le deutoxide actuel, et cette propriété fournit un moyen très-simple d'en faire l'analyse: c'est celui que j'ai employé. J'ai fait dissoudre des battitures dans de l'acide muriatique pur; elles se dissolvent très-facilement, même à froid; lorsque l'acide est concentré, et la liqueur s'échauffe beaucoup. J'ai étendu d'eau et j'ai précipité le peroxide contenu dans la dissolution en y versant peu-à-peu du carbonate d'ammoniaque ou de soude jusqu'à décoloration. Cette opération ne présente aucune difficulté; elle m'a donné de 0,54 à 0,56 de peroxide, selon les battitures que j'ai employées. Je m'en suis procuré à dessein dans différentes usines, entre autres, à Hayange (Moselle), à Tronçay (Allier), à Charenton, près Paris, à Bigny (Cher), et j'en ai recueilli qui provenaient, soit du travail du marteau, soit du travail du laminoir. Les plus pures sont celles qui ont produit le *maximum* de peroxide. Quand je n'en obtenais que 0,54, j'observais toujours, au moment de la dissolution, un léger dégagement de gaz hydrogène, qui ne durait que quelques instans, et que l'on voyait partir de très-petits grains de fer métallique évidemment mélangés accidentellement. Les mêmes battitures, soumises à l'essai par la voie sèche avec addition d'un cinquième de leur poids de verre terreux, et en opérant sur 20 à 50 grammes, m'ont donné des culots métalliques dont le poids a varié de 0,75 à 0,78. Si maintenant l'on rap-

proche ces résultats de ceux que l'on obtiendrait d'un oxide qui serait composé de deux atomes de protoxide et d'un atome de peroxide, on trouve qu'il y a identité presque parfaite; car un tel oxide contiendrait :

Protoxide, 0,642—2 f^2 , ou fer 0,745—100 ;
Peroxide, 0,358— F^2 , oxygène, 0,255—34,4

Je crois donc que c'est là la vraie composition des battitures. D'après cela, on devra désormais compter quatre oxides de fer, dans lesquels les quantités d'oxygène, combinées à une même quantité de fer, sont entre elles :: 6 : 7 : 8 : 9.

Production.

L'oxide des battitures se forme toutes les fois que le fer se trouve en contact avec un oxide plus avancé à la chaleur blanche, ou qu'on le chauffe au contact de l'air, de manière à ne pas l'oxider en totalité.

Mélanges ac-
cidents.

Je dois faire observer qu'il y a des battitures qui donnent à l'analyse beaucoup moins de 0,35 de peroxide; mais alors elles ne sont pas pures, elles contiennent un mélange de scories, qui se décele par la gelée qui se produit avec les acides concentrés. Comme ces scories sont des silicates de protoxide de fer avec grand excès de base, la présence de 0,02 de silice peut diminuer de près d'un cinquième la proportion du peroxide.

Peut-être sera-t-on tenté d'objecter à l'hypothèse que j'adopte sur la composition des battitures, qu'un mélange de deutoxide et de fer métallique ou de protoxide de fer donnerait à l'analyse absolument les mêmes résultats que ceux que j'ai obtenus. On voit d'abord que si les battitures étaient des mélanges, il serait bien extraordinaire que les matières mélangées s'y trouvassent toujours dans les mêmes pro-

portions : mais en outre j'irai au devant de ces objections, en exposant quelques faits, qui d'ailleurs ne me paraissent pas dénués d'intérêt.

Si les battitures étaient un mélange de deutoxide de fer et de fer métallique, elles contiendraient 0,09 de ce dernier; mais alors leur pesanteur spécifique devrait être beaucoup plus grande qu'elle ne l'est effectivement, puisque celle du deutoxide est de plus de 4,70, et celle du fer de 7,50. De plus, lorsqu'on traite par un acide, l'acide muriatique, par exemple, un mélange de fer réduit en limaille très-fine et de deutoxide ou de peroxide pulvérisé, le fer se dissout avant l'oxide avec dégagement de gaz hydrogène, et l'on trouve dans la dissolution tout autant de peroxide qu'il y en aurait eu sans le mélange du fer métallique; le gaz hydrogène ne réduit pas ce peroxide : or, comme les battitures contiennent moitié moins de peroxide que le deutoxide, il faudrait, d'après cette circonstance, admettre qu'elles renferment la moitié de leur poids de fer métallique, ce qu'il n'est pas possible de supposer, puisque, lorsqu'elles sont pures, elles donnent une quantité insensible d'hydrogène par les acides. D'ailleurs, si elles contenaient moitié de leur poids de fer, elles donneraient 0,86 de fonte à l'essai, ce que l'on est loin d'obtenir.

Reste à examiner si les battitures peuvent être un mélange de protoxide et de deutoxide. S'il en était ainsi, comme le protoxide est très-avide d'oxygène, elles devraient elles-mêmes avoir une grande tendance à se combiner avec ce corps, et cependant non-seulement elles sont tout-à-fait inaltérables à l'air, mais elles ne sont même attaquées que très-lentement et difficilement par l'a-

cide nitrique concentré et bouillant. J'ai tenté de déterminer leur composition par ce moyen, en évaluant, d'après l'augmentation de poids, la quantité d'oxygène absorbé; mais je n'ai pas pu parvenir à les transformer en totalité en peroxide. Il est, au surplus, fort douteux que le protoxide de fer puisse exister à l'état de liberté; car ce corps étant à-la-fois base très-forte et tellement disposée à prendre une nouvelle dose d'oxygène qu'il décompose l'eau, on conçoit qu'il doit être fort difficile de l'obtenir hors de toute combinaison. La voie sèche me paraissant être le seul moyen par lequel on pût espérer d'y parvenir, j'en ai fait l'essai de diverses manières, mais sans succès. Voici celle qui sembla devoir mener le plus directement au but.

Cémentation
des battitures.

J'ai pris plusieurs creusets brasqués de charbon; j'ai mis dans chacun 100 grammes de battitures pulvérisées et passées au tamis de soie; je les ai remplis de charbon, et bien bouchés avec des couvercles lutés, et je les ai placés dans un fourneau à vent pouvant donner une chaleur d'environ 70° pyrométriques. Je les ai retirés successivement du feu, le premier au bout d'une demi-heure, et le dernier, au bout de trois heures, et j'ai examiné comparativement la matière qu'ils contenaient. Les culots avaient pris, tous, de la consistance sans changer de forme ni diminuer de volume; ils étaient enveloppés d'une couche de fer métallique, et l'oxide qui en occupait le centre n'avait éprouvé ni fusion ni altération; on y trouvait toujours la même proportion relative de peroxide et de protoxide, par l'analyse humide. La couche métallique était d'autant plus épaisse que le creuset était resté plus long-

temps au feu; elle avait jusqu'à cinq millimètres. Cette couche métallique a un aspect particulier; elle est matte et grenue dans sa cassure, et d'un gris olivâtre très-clair; elle prend un vif éclat par le frottement des corps durs; on peut la couper au couteau et la réduire, par ce moyen, en poudre très-fine; elle est molle comme du plomb; elle n'a aucune élasticité; quand on la frappe, elle s'aplatit et elle conserve l'empreinte du marteau; sa pesanteur spécifique est tout au plus le tiers de celle du fer forgé: c'est du fer pur extrêmement divisé, et dans un état analogue à celui du platine en éponge. Si l'on fait l'expérience sur une grande masse, par exemple sur 300g., à la température de 150° p., les battitures non réduites, qui restent au centre du culot, forment un noyau compacte, tenace, qui a été évidemment fondu.

Lorsque la cémentation a duré long-temps, la tranche des culots présente, de la surface au centre: 1°. une couche très-mince de fer métallique d'un bleu foncé ou noir; 2°. une couche épaisse de fer olivâtre, d'une couleur uniforme; 3°. une couche nuancée d'olivâtre et de noir qui passe bientôt au noir pur et légèrement métalloïde des battitures. J'ai examiné la partie olivâtre, dans l'idée qu'elle pourrait bien contenir un mélange de fer métallique et de protoxide; mais j'ai trouvé qu'elle se compose uniquement de fer réduit de la plus grande pureté, et tout porte même à croire que ce fer ne renferme pas du tout de carbone. Lorsqu'on le traite par l'acide muriatique ou par l'acide sulfurique, il se dissout sans résidu et en dégageant du gaz hydrogène jusqu'à la fin. Les dernières portions qui se dissolvent ont le même aspect que la masse entière. Quand on le fond au creu-

set brasqué, seul ou avec addition d'un verre terreux, au lieu de diminuer de poids, comme cela arriverait s'il contenait du protoxide, il augmente de 0,01 à 0,02. La partie nuancée d'olivâtre et de noir se comporte comme un mélange de fer métallique et de battitures; on y trouve toujours de l'oxide rouge par la voie humide. Ce fait prouve que le fer métallique n'exerce aucune action sur l'oxide des battitures, et par conséquent qu'il n'est pas possible d'obtenir le protoxide en chauffant un oxide quelconque avec du fer. L'enveloppe bleuâtre des culots me paraît être du fer acièreux ou passé à l'état d'acier par l'absorption d'une certaine quantité de charbon; mais je n'en ai pas acquis la preuve positive.

Cémentation
du peroxide
de fer.

La cémentation du peroxide de fer offre des résultats aussi intéressans et plus variés que la cémentation des battitures. Quand la masse n'est pas très-grande, tant qu'il reste de l'oxide rouge au centre, il ne se produit pas de fer métallique à la surface, mais seulement de l'oxide noir. Lorsque la chaleur a été soutenue pendant un temps suffisant, on ne trouve au centre que de l'oxide magnétique ayant la poussière noire, et l'on observe vers la surface, comme dans la cémentation des battitures, la couche acièreuse bleuâtre, la couche de fer olivâtre, la couche nuancée d'olive et de noir. L'oxide magnétique qui est au centre n'a pas une composition fixe; j'y ai trouvé, dans une expérience 0,48 de peroxide et 0,52 de protoxide, et dans une autre, 0,60 de peroxide et 0,40 de protoxide. L'oxide magnétique naturel contenant 0,69 de peroxide et 0,31 de protoxide, on voit que l'oxide dont il est question doit être un mélange, en proportions variables, d'oxide magnéti-

que des battitures et d'oxide magnétique de la nature.

Il paraît, d'après ce qu'on vient de voir, que par la cémentation, le peroxide de fer se change d'abord en oxide magnétique de la nature, et qu'aussitôt que cette transformation a eu lieu, la réduction se propage de la surface au centre, en s'opérant de telle manière, qu'à mesure qu'il se produit du fer métallique à la surface il se forme du deutoxide des battitures dans l'intérieur et jusqu'au centre, mais en proportions décroissantes de la surface à ce point. Enfin quand la cémentation est très-avancée, le culot se recouvre d'une couche d'une épaisseur notable de fer acièreux.

Comment, dans les expériences que je viens de rapporter, l'oxide de fer se réduit-il sans qu'il se trouve en contact avec le charbon, et quoiqu'il en soit séparé par un intervalle de plusieurs centimètres? C'est une question à laquelle il est impossible de répondre dans l'état de nos connaissances et qui mérite d'être examinée. On pourrait croire que cet effet est produit par les vapeurs combustibles qui émanent des foyers et qui pénètrent à travers toutes les substances poreuses; mais il est facile de s'assurer qu'il ne peut en être ainsi, au moins quant à la réduction des oxides de fer en fer métallique. En effet, que l'on remplisse d'oxide rouge de fer un creuset au fond duquel on aura mis du charbon, ou, au contraire, que l'on place de l'oxide de fer dans un creuset, et qu'on le recouvre de charbon, ou enfin que l'on introduise du charbon au centre d'une masse d'oxide de fer, et que l'on chauffe pendant une heure ou deux, et l'on trouve a

qu'il ne s'est formé de fer métallique que dans la partie de la masse voisine du charbon, et qu'il n'y en a pas la plus petite trace à la surface du culot ni dans les autres parties, quoique ces parties soient exposées, comme toutes les autres, à l'action des gaz combustibles qui se dégagent du foyer.

La formation des battitures à la surface du fer est tout aussi inexplicable que la réduction des oxides par cémentation. L'oxidation du fer chaud par l'air se propage graduellement, car on remarque que la croûte des battitures est beaucoup plus épaisse sur les morceaux qui exigent un long temps pour s'échauffer, à cause de leur volume, que sur les barres minces ou sur les feuilles qui s'échauffent beaucoup plus vite : or, dès qu'il s'est produit une certaine quantité d'oxide, le fer en est recouvert comme par un vernis, et n'a plus le contact de l'air ; il faut donc qu'il en attire l'oxigène à travers l'oxide, tout comme les oxides attirent le charbon à travers le fer métallique.

Ces effets doivent avoir des limites : il sera important de les connaître, peut-être cela conduirait-il à l'explication des phénomènes.

25. *Recherches sur l'urane*; par M. Arfwedson
(An. of phil. 1824.)

Préparation
de l'oxide
d'urane.

Jusqu'ici on n'a pas obtenu l'oxide d'urane à l'état de pureté. Pour le préparer, Klaproth traitait par l'acide nitrique la pechblende de Joachimsthal, qui, selon lui, contient de la silice, de l'oxide de fer et de la galène ; il faisait évaporer, et il recueillait par la cristallisation d'abord le nitrate de plomb, et ensuite le nitrate d'urane ; le fer restait dans l'eau-mère : il précipitait l'oxide d'urane par la potasse. Bucholz dissolvait

dans l'acide nitrique, évaporait à sec pour décomposer le nitrate de fer, reprenait le nitrate d'urane par l'eau, précipitait par l'ammoniaque en excès pour retenir le cuivre, puis redissolvait l'urane et le précipitait par la potasse.

La composition de la pechblende est plus compliquée que ne le croyaient Klaproth et Bucholz. J'ai trouvé dans celle de Johan-Georgens-tadt du fer, du cuivre, du cobalt, du zinc, du plomb, de l'arsenic, du soufre et de la silice. Voici comment je parviens à en extraire de l'oxide d'urane pur.

Je la fais dissoudre dans l'acide nitrique, et j'ajoute de temps en temps un peu d'acide muriatique ; j'étends d'eau, et je fais passer dans la liqueur un courant d'hydrogène sulfuré : il s'y forme d'abord un précipité brun, composé de sulfures de plomb, de cuivre et d'arsenic, et ensuite un précipité jaune de sulfure d'arsenic pur. Je fais ensuite chauffer la dissolution avec de l'acide nitrique pour suroxyder le fer, et je précipite par le carbonate d'ammoniaque en excès, qui sépare le fer, et qui retient en dissolution l'urane, le cobalt et le zinc. En faisant bouillir cette dissolution, elle laisse déposer tout l'urane avec une partie du zinc et du cobalt, et elle retient une certaine quantité de ces deux métaux. Je fais chauffer le dépôt à la chaleur rouge ; il devient d'un vert foncé, et il se compose alors de protoxide d'urane mêlé d'uraniate de zinc et de cobalt : je le fais digérer pendant quelque temps dans l'acide muriatique étendu, qui dissout cet uraniate, et le protoxide qui reste est parfaitement pur.

Comme dans toutes les tentatives qui ont été

Urane mé-
tallique.

faites pour obtenir l'urane métallique on s'est toujours servi de charbon pour réduire l'oxide, il est probable que l'on ne connaît que le carbure. J'ai essayé d'employer le gaz hydrogène, et cela m'a parfaitement réussi. J'ai introduit du protoxide d'urane dans une boule soufflée au milieu d'un tube de baromètre; j'ai fait passer un courant de gaz hydrogène, desséché par du muriate de chaux fondu, à travers ce tube, et j'ai chauffé la boule à l'aide d'une lampe à alcool. La réduction a eu lieu immédiatement et si vivement, que la matière est devenue rouge: il s'est formé de l'eau, et la perte due au dégagement de l'oxigène s'est trouvée être de 0,0353 à 0,0354. Le résidu était pulvérulent et d'un brun obscur, inaltérable à l'air, insoluble dans les acides sulfurique et muriatique concentrés, mais très-facilement soluble dans l'acide nitrique; par le grillage, il a pris feu à la chaleur rouge, s'est gonflé et s'est converti en oxide vert. Tout portait à croire que ce résidu était le métal pur; néanmoins, comme il aurait pu se faire que ce fût un sous-oxide, j'ai cherché à extraire le métal d'une combinaison dans laquelle il n'entre pas d'oxigène; je me suis servi pour cela du chlorure double de potassium et d'urane, qu'il est facile d'obtenir absolument privé d'eau, en le chauffant à une légère chaleur rouge: je le traitai par le gaz hydrogène comme le protoxide; il se réduisit, mais plus difficilement et beaucoup plus lentement. L'eau enleva du résidu tout le muriate de potasse et une certaine quantité de muriate vert d'urane, et il resta une poudre noire métallique, composée de très-petits grains cristallisés en octaèdres à-peu-près réguliers et

translucides sur les bords: leur poudre était d'un brun rougeâtre; cette substance s'est comportée absolument comme celle qu'on avait obtenue avec le protoxide, et elle a augmenté de la même quantité lorsqu'on l'a convertie en peroxide par le grillage. Il n'est donc plus douteux que l'une et l'autre ne soient l'urane métallique.

Le protoxide d'urane qui provient de la calcination du peroxide est pulvérulent et d'un vert sale: celui qui résulte de la calcination de l'hydrate est d'un noir métalloïde et très-dur; mais sa poussière est verdâtre. Tous les deux sont à peine solubles dans l'acide sulfurique et l'acide muriatique étendus; mais ils se dissolvent complètement dans l'acide sulfurique concentré bouillant.

L'hydrate de protoxide est floconneux et brun tirant au pourpre, il se dissout bien dans les acides. Lorsqu'on le laisse exposé à l'air, il jaunit et il se change en hydrate de peroxide; quand on le fait bouillir dans l'eau, il diminue de volume, devient anhydre, et il ne se dissout plus que très-difficilement dans les acides. Le proto-carbonate est vert et insoluble dans le carbonate d'ammoniaque; il se transforme en protoxide pur lorsqu'on le fait bouillir dans l'ammoniaque. Il résulte de mes expériences que le protoxide d'urane est composé de:

Urane. . . 0,96443—100 1 at.

Oxigène. 0,03557— 3,688 2 at.

et par conséquent que le poids de l'atome d'urane est de 5423.

On sait que le peroxide d'urane fait tantôt fonction de base et tantôt fonction d'acide. Quand on précipite ses dissolutions salines par un alcali, le précipité est un *uraniate* indécomposable

Protoxide.

Peroxide.

par l'eau ; quand la dissolution renferme une autre base, le précipité est un *uraniat*e de cette base.

L'*uraniat*e d'ammoniaque peut être séché jusqu'à plus de 200° sans décomposition. A une température un peu élevée, il se change en protoxide, en abandonnant de l'eau ; de l'azote et de l'ammoniaque.

Le pernitrate d'urane ne donne que du protoxide par la calcination ; tant qu'il y reste du peroxide, il s'y trouve aussi de l'acide nitrique. On ne connaît aucun moyen de préparer le peroxide pur.

Les *uraniates* à bases d'oxides qui résistent bien au feu peuvent être calcinés sans qu'ils perdent la plus petite quantité d'oxigène.

Beaucoup d'*uraniates* sont complètement réduits par le gaz hydrogène et changés en *uraniures*. J'ai essayé d'employer ce moyen pour déterminer la composition du peroxide d'urane ; je me suis servi pour cela de l'*uraniat*e de plomb.

Uraniat de plomb.

L'*uraniat*e de plomb se réduit très-facilement et se change en un *uraniure* qui a la propriété d'absorber rapidement l'oxigène de l'air, et qui finit même par devenir incandescent ; mais on peut évaluer l'oxigène que contient l'*uraniat*e d'après le poids de l'eau qui se dégage, et lorsque l'on connaît sa composition, ce qu'il est facile d'obtenir en le décomposant par l'acide sulfurique, après l'avoir dissous dans l'acide nitrique, on peut aisément calculer la proportion d'oxigène que renferme le peroxide d'urane ; j'ai trouvé cette proportion de 0,05267.

Uraniat de baryte.

L'*uraniat*e de baryte est d'un très-beau jaune citron ; il est soluble dans l'acide nitrique, et l'acide sulfurique précipite toute la baryte de la

dissolution ; en évaporant la liqueur filtrée et calcinant fortement le résidu, il reste du protoxide pur, auquel ajoutant la quantité de baryte, on a, par différence, la proportion d'oxigène perdue par le peroxide pour se changer en protoxide. D'après le résultat obtenu, le peroxide contiendrait 0,0596 d'oxigène.

On obtient un sulfate double d'urane et de potasse en faisant cristalliser un mélange des deux sels. On peut aisément le priver de tout mélange de sulfate de potasse en excès par des cristallisations répétées ; il cristallise confusément, et lorsqu'on le chauffe jusqu'à commencement de fusion, il abandonne toute son eau sans se décomposer. Je l'ai analysé en le dissolvant dans l'eau, précipitant l'acide sulfurique par le muriate de baryte en excès, puis l'*uraniat*e de baryte par l'ammoniaque ; et en évaporant la liqueur à siccité, après y avoir ajouté un excès d'acide sulfurique, et calcinant le résidu, pour doser la potasse. J'y ai trouvé :

Sulfate d'urane et de potasse.

Acide sulfurique...	0,2868	} 1,0000
Potasse	0,1526	
Peroxide d'urane...	0,5806	

Il s'ensuit que le peroxide d'urane contient 0,0599 d'oxigène, et que dans le sel double l'oxigène de la potasse est à l'oxigène de l'oxide d'urane : : 2 : 3. D'après les trois expériences ci-dessus, 100 d'urane doivent prendre, pour se convertir en peroxide, 5,559, 6,340 et 6,370 d'oxigène. Il est difficile de dire quel est celui de ces nombres qui est le plus exact, et si dans les deux oxides le rapport de l'oxigène est 2 à 3 ou 3 à 5.

Le peroxide d'urane est facilement soluble dans les carbonates alcalins, et particulièrement

dans le carbonate d'ammoniaque. En faisant bouillir la dissolution, l'urane se précipite combiné avec de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, et lorsqu'on le filtre, les dernières eaux de lavages sont laiteuses et en entraînent une quantité notable. L'uraniat d'ammoniaque se dissout aussi sensiblement dans l'eau pure; mais on peut laver le carbonate et l'uraniat d'ammoniaque, sans les dissoudre, dans de l'eau chargée d'une certaine quantité de sel ammoniac. Tous les autres uraniats sont absolument insolubles.

Uraniates. Les uraniates sont tous réduits en *uraniures* métalliques par le gaz hydrogène, même l'uraniat de baryte. Les uraniures que l'on obtient par ce moyen s'enflamment à l'air comme l'uraniure de plomb, et forment une nouvelle classe de pyrophores.

Sulfure. L'urane paraît n'avoir qu'une faible affinité pour le soufre. Lorsqu'on fait passer du gaz hydrogène sulfuré sur du protoxide chauffé au rouge, il se réduit facilement, mais ne retient que 0,016 de soufre. On peut obtenir le sulfure en précipitant les sels par un hydrosulfate alcalin.

Sels. Il est presque impossible d'obtenir des sels de protoxide d'urane sans mélange de peroxide. Le sulfate cristallise confusément; le muriate ne cristallise pas. Le sulfate de peroxide est incristallisable; il se change en partie en sel de protoxide par la calcination. Le nitrate de peroxide cristallise en longs prismes; le muriate est très-déliquescent.

Sels doubles. Le peroxide d'urane a une grande tendance à former des sels doubles. Le sulfate double de potasse donne, par l'évaporation, une masse grenue cristalline; il est très-soluble dans l'eau, l'al-

cool le décompose en dissolvant le sulfate simple d'urane. Lorsqu'on le tient pendant long-temps à la chaleur rouge, il perd un peu d'oxigène; mais il ne cesse pas d'être soluble dans l'eau. Le sulfate double d'ammoniaque ressemble au précédent; il est totalement décomposé par la calcination et laisse du protoxide. Le muriate double de potasse cristallise en grains ou en petits prismes, sur-tout dans une dissolution chargée de muriate de potasse; il a la même solubilité que ce sel, il cristallise pêle-mêle avec lui. Il fond à la chaleur rouge, et se décompose en partie, en abandonnant du chlore; sa couleur passe alors au vert.

26. *Expériences sur l'oxide d'urane et sur ses combinaisons*; par M. J. Berzelius. (Ann. der Phys. und Chem, 1824.)

M. Arfwedson a trouvé par ses expériences tantôt le rapport de 2 à 3 et tantôt celui de 3 à 5 entre les quantités d'oxigène contenues dans le protoxide et le peroxide d'urane: j'ai entrepris de déterminer quel est celui de ces deux rapports qui est le véritable.

Le carbonate d'urane, obtenu par le nitrate d'urane et le carbonate d'ammoniaque, se décompose par le lavage: il devient d'un jaune plus clair, et passe en partie à travers les filtres; on ne peut pas le dépouiller entièrement de carbonate d'ammoniaque, et par la calcination en vases clos, il donne du protoxide d'urane, de l'eau, et un mélange de gaz oxigène, azote et acide carbonique.

Je conçus le dessein d'analyser l'uraniat de plomb; mais je ne pus pas parvenir à obtenir ce sel sans mélange de protoxide d'urane.

Carbonate.

Uraniat de plomb.

Uraniat de magnésie. L'uraniat de magnésie devient vert par la calcination; il est par conséquent mélangé avec du protoxide d'urane, et il ne peut pas servir à l'analyse.

Sulfate d'urane et de potasse. Je mêlai du sulfate d'urane avec du sulfate de potasse, et je laissai la dissolution abandonnée à elle-même; elle fournit du sulfate double en croûtes cristallines. Je chauffai une partie de ce sel jusqu'à commencement de fusion pour doser l'eau, puis je fis dissoudre le résidu par l'eau aiguisée d'acide muriatique; je précipitai l'oxide d'urane par l'ammoniaque, j'évaporai la liqueur à siccité et calcinai le résidu pour doser le sulfate de potasse; j'obtins le résultat suivant :

	potasse.	oxide d'urane.	acide sulfurique.	eau.	oxygène.
Potasse.	0,15833				1
Oxide d'urane.	0,52833				1
Acide sulfurique.	0,27834				6
Eau.	0,03500				1
		1,0000			

Je préparai un autre sel double dans une dissolution acide contenant du sulfate d'urane et du sulfate de potasse, et je l'analysai en le calcinant; puis le dissolvant dans l'eau acidulée, et précipitant successivement l'urane par l'ammoniaque et l'acide sulfurique par le muriate de baryte, etc., j'obtins pour sa composition :

	potasse.	oxide d'urane.	acide sulfurique.	eau.	oxygène.
Potasse.	0,1460				2,48
Oxide d'urane.	0,5084				0,53
Acide sulfurique.	0,2820				16,92
Eau.	0,0650				5,78
		1,0014			

Ce sel renferme un sel acide qui contient plus de cristallisation que le sel neutre; mais il y a toujours la même quantité d'oxygène dans les deux bases.

Il paraît que le sel double dont M. Arfwedson

s'est servi contenait un excès de sulfate d'urane.

Muriate d'urane et de potasse. En faisant évaporer du muriate de potasse mélangé avec un excès de muriate d'urane, j'ai obtenu des cristaux de sel double, dont les uns étaient des prismes à quatre faces, et les autres des tables rhomboïdales. Ce sel perd une partie de son acide avec son eau de cristallisation par la calcination. Pour l'analyser, j'en ai précipité l'acide muriatique par le nitrate d'argent, puis l'excès d'argent par l'acide muriatique et l'oxide d'urane par l'ammoniaque, et j'ai fait évaporer la dissolution à siccité pour avoir le muriate de potasse. J'ai obtenu :

	potasse.	oxide d'urane.	acide muriatique.	eau.	oxygène.
Potasse.	0,1737				1
Oxide d'urane.	0,5564				1
Acide muriatique.	0,2050				2
Eau.	0,0649				1
		1,0000			

Ce résultat me paraît décisif, et prouve que l'oxide d'urane ne contient que 3 atomes d'oxygène; car s'il en contenait 5, quelle qu'hypothèse que l'on fasse sur la composition du sel double, il devrait renfermer une quantité d'acide muriatique très-différente de celle que l'on a trouvée.

Oxalate d'urane. L'oxalate d'urane donne par la calcination en vases clos de l'urane métallique, de l'acide carbonique et de l'eau, et l'on trouve que ce doit être un oxalate neutre, dans lequel l'acide contient 3 fois l'oxygène de la base, et composé de :

	oxide d'urane.	acide oxalique.	eau.	oxygène.
Oxide d'urane.	0,7076			
Acide oxalique.	0,1673			
Eau.	0,1251			
		1,0000		

Il y a aussi un oxalate qui laisse par la calcination du protoxide d'urane, et dans lequel l'acide paraît contenir deux fois l'oxygène de la base;

mais peut être que le sel que j'ai analysé n'était pas pur.

Uraniat de
potasse.

L'hydrate d'urane se dissout facilement dans le bicarbonate de potasse. La dissolution, abandonnée à elle-même, laisse déposer une croûte cristalline de carbonate double d'un beau jaune citron. Ce sel devient rouge de brique par la calcination; l'eau lui enlève alors du carbonate de potasse, et laisse pour résidu de l'uraniat de potasse. Si l'on dissout l'uraniat de potasse dans l'acide muriatique, qu'on précipite l'oxide d'urane par l'ammoniaque, et qu'on évapore la dissolution à siccité, on trouve que les quantités d'oxide d'urane et de potasse qu'il contient renferment des quantités d'oxigène qui sont entre elles :: 2 à 1. Si l'on traite l'uraniat de potasse à la chaleur rouge par le gaz hydrogène, il se transforme en un mélange d'urane métallique et d'uraniat de potasse basique.

Uraniat de
baryte.

L'uraniat de baryte est difficilement séparé de l'uraniat d'ammoniaque. Pour l'avoir pur, je me suis servi de nitrate d'urane et de baryte caustique; mais il entraîne avec lui beaucoup de baryte que l'on ne peut enlever que par un long lavage. Quand il est pur, l'oxide d'urane contient deux fois autant d'oxigène que la baryte. Il y a des uraniates acides, et d'après l'expérience de M. Arfwedson sur l'uraniat de plomb, il paraît que les sels dans lesquels l'oxide d'urane renferme six fois autant d'oxigène que la base sont souvent inaltérables par la chaleur.

Il suit de ce qui précède que dans les deux oxides d'urane les quantités d'oxigène sont entre elles :: 2 à 3.

Sulfure
d'urane.

L'urane a peu d'affinité pour le soufre. On

prépare le sulfure par la voie sèche, en faisant passer du sulfure de carbone gazeux sur de l'oxide d'urane. On l'obtient par la voie humide en précipitant un sel d'urane par un hydrosulfate alcalin. Le précipité est noir, et il se dissout dans un excès d'hydrosulfate qu'il colore en brun foncé. L'acide muriatique le dissout avec dépôt de soufre. Exposé humide à l'air, il jaunit et se change en deutoxide mêlé de soufre.

On obtient un oxisulfure d'urane en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers de l'oxide d'urane, tenu en suspension dans l'eau; il se dissout dans l'acide muriatique avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de soufre: un excès d'hydrogène sulfuré le fait devenir noir.

Oxisulfure.

27. *Préparation de l'oxide d'urane*; par M. P. Berthier.

Je fais ordinairement préparer l'oxide d'urane de la manière qui suit, au laboratoire de l'École des mines.

Le minéral que l'on a pu se procurer est la pechblende de Joachim-Stahl. Elle est mélangée, d'une manière visible à l'œil, de galène et de pyrites ferrugineuses et cuivreuses; elle contient aussi de la pyrite magnétique; car elle agit très-sensiblement sur le barreau aimanté, et lorsqu'on la traite par l'acide muriatique, elle laisse dégager de l'hydrogène sulfuré et l'acide contient du protoxide de fer en dissolution. Elle fait une légère effervescence avec l'acide acétique; cette effervescence paraît être due à de l'acide carbonique; il se dissout un peu de chaux et quelquefois un peu de magnésie; enfin elle est attaquée très-vivement par l'acide nitrique et par l'eau régale et dissoute presque en totalité. Le résidu est

blanc et grenu, et se compose de silice, de sulfate de plomb et d'argile. On en sépare de la silice par les alcalis et par les carbonates alcalins liquides bouillans, ce qui prouve que le minéral renferme un silicate attaqué par ces acides, peut être du silicate d'urane. La pechblende chauffée à la chaleur sombre abandonne de l'eau pure dans la proportion de quelques centièmes.

Pour extraire l'oxide d'urane de ce minéral, on le fait bouillir avec un petit excès d'acide muriatique du commerce, on étend d'eau, on filtre et on lave; puis on traite le résidu par l'acide nitrique du commerce jusqu'à décoloration complète; on évapore tout-à-fait à siccité et à une douce chaleur, en agitant fréquemment; on fait bouillir avec de l'eau et l'on filtre. Le résidu se compose d'argile, de silice, de sulfate de plomb, d'oxide de fer et d'arséniate de fer, et il ne contient ordinairement qu'une petite quantité d'oxide d'urane que l'on peut négliger: la dissolution renferme tout l'oxide d'urane, avec du plomb, du cuivre, un peu de fer, et quelquefois un peu d'alumine et de chaux; il est rare qu'on y trouve de l'acide arsenique, cet acide reste en totalité combiné avec le peroxide de fer dans le résidu insoluble. Si l'on évaporait cette dissolution à siccité, et si l'on calcinait la masse saline à la chaleur sombre, on obtiendrait de l'oxide impur, mais qui serait très-propre à être employé pour la coloration des émaux et de la porcelaine. Pour purifier cet oxide, on verse dans la dissolution un peu de sulfate d'ammoniaque, qui précipite le plomb, et l'on y fait passer ensuite un courant d'hydrogène sulfuré, qui sépare le cuivre et l'arsenic s'il y en a, et qui ramène le fer au minimum d'oxidation.

Au lieu d'hydrogène sulfuré on peut employer de l'hydrosulfate d'ammoniaque, en maintenant l'acidité par l'addition d'un peu d'acide muriatique. On abandonne la liqueur à elle-même pendant un certain temps, pour que l'excès d'hydrogène sulfuré qu'elle contient se détruise; et aussitôt que les dernières traces ont disparu, ce que l'on reconnaît au moyen d'un sel de plomb ou de cuivre, on y verse peu-à-peu du carbonate d'ammoniaque, en agitant continuellement, et en quantité suffisante seulement pour précipiter l'urane; tout le fer reste dans la dissolution, et l'on est assuré de n'en pas précipiter un atome si l'on a l'attention de laisser une petite quantité d'urane dans la liqueur (1): on met le dépôt avec de l'eau dans un grand flacon que l'on tient bouché, afin que le fer ne puisse pas se suroxyder par le contact de l'air; on décante, on remplit avec de l'eau distillée bouillie, on décante de nouveau, et l'on finit par achever le lavage sur un filtre. Si le minéral contenait du cobalt ou du zinc, il faudrait employer de grandes précautions pour ne pas précipiter une portion de ces métaux avec l'urane, ou bien il faudrait purifier l'oxide par le moyen que M. Arfwedson a imaginé.

La propriété qu'a le fer de donner à volonté une base très-faible (le peroxide) ou une base forte (le protoxide) permet de le séparer assez facilement de la plupart des substances avec lesquelles il peut se trouver mélangé. Est-il avec une base forte, comme le manganèse, le cobalt, le nickel, etc., on l'amène à l'état de peroxide

(1) Si l'on n'a pas enlevé toute l'alumine dans le traitement par l'acide muriatique, la dissolution nitrique en contient; mais cette terre n'est précipitée qu'après l'urane.

par le moyen de l'eau régale, et alors il est précipité le premier par les carbonates alcalins. Se trouve-t-il avec des oxides très-faibles, tels que les oxides d'urane, de titane, la zircon, etc., on le fait passer au minimum d'oxidation par le moyen de l'hydrogène sulfuré, ou en employant un mélange d'hydrosulfate et d'acide muriatique, et alors les carbonates alcalins ne le précipitent plus qu'après toutes les autres bases; ce procédé m'a parfaitement réussi pour purifier le titane et la zircon.

28. *Sur la composition de l'oxide de nickel*; par M. P. Berthier, *ingr. des mines.* (Ann. de Ch., t. XXV, p. 94.)

M. Berzelius a admis, d'après les expériences de Rothof, que l'oxide de nickel est composé de :

Nickel... 0,7871— 100 — 1 at.
Oxigène.. 0,2126— 27,05— 2 at.

Mais M. Lassaigne ne croit pas cette composition exacte, et il a trouvé par synthèse que l'oxide de nickel doit contenir :

Nickel... 0,8333—100
Oxigène.. 0,1667— 20.

Les expériences que j'ai faites, à diverses époques, sur le nickel m'ont conduit à un résultat tout-à-fait conforme à celui de M. Berzelius, et par conséquent très-différent de celui de M. Lassaigne : je vais en rapporter quelques-unes.

Il est très-facile et très-peu dispendieux maintenant de se procurer de l'oxide de nickel pur. On se sert pour cela du *speiss*, substance métallique qui s'amasse au fond des creusets dans lesquels on prépare le safre ou bleu de cobalt (1) : cette

(1) Le safre est un verre qui se prépare avec un mélange de sable quarzeux, de potasse et de minerai de cobalt grillé : comme le grillage n'est jamais parfait, une petite

substance est compacte et d'un rouge pâle comme le nickel arsenical natif; j'y ai trouvé :

Nickel.....	0,490
Cobalt.....	0,032
Cuivre.....	0,016
Arsenic.....	0,378
Soufre.....	0,078
Antimoine.....	trace.
Sable accidentel.....	0,006

C'est un mélange d'arséniures et de sulfures contenant un atome d'arsenic et de soufre.

On réduit cette substance en poudre fine, et on la grille jusqu'à ce qu'elle n'exhale plus de vapeurs arsenicales, en ayant soin de ménager beaucoup la chaleur dans le commencement de l'opération, parce qu'elle est extrêmement fusible. On ajoute à la matière grillée du fer métallique, soit de la limaille, soit de petits clous, en proportion qui a dû être préalablement déterminée par l'expérience, et l'on fait dissoudre le tout dans l'eau régale bouillante, et dans laquelle on a soin de mettre un excès d'acide nitrique, afin que le fer soit entièrement oxidé au *maximum*; puis on évapore la liqueur à siccité, et l'on reprend le résidu par l'eau; il reste une grande quantité d'arséniate de peroxide de fer qui ne se dissout pas. On ajoute à la dissolution du carbonate de soude par doses successives et jusqu'à ce que le préci-

partie des métaux échappe à l'oxidation, et lorsqu'on fond le mélange, le cobalt, qui est plus oxidable que le cuivre et que le nickel, réagit sur la portion de ces métaux qui a absorbé de l'oxigène pendant le grillage, et les réduit en s'oxidant lui-même : de là vient que le nickel et le cuivre se concentrent dans le speiss, et qu'au contraire le safre n'en contient presque pas.

pité que forme ce réactif soit verdâtre : alors tout l'arsenic et tout le fer sont séparés, ainsi qu'une partie du cuivre; on achève de précipiter celui-ci par le moyen de l'hydrogène sulfuré, et il ne reste plus qu'à faire bouillir la dissolution avec un excès de sous-carbonate de soude pour obtenir tout le nickel à l'état de carbonate; mais ce carbonate est mêlé de carbonate de cobalt : pour séparer ces deux métaux l'un de l'autre, on lave le dépôt, on le délaie dans l'eau pendant qu'il est encore humide, et l'on fait passer à travers un courant de chlore jusqu'à ce qu'il y en ait un excès; on laisse l'excès de chlore se dissiper à l'air et l'on filtre; la liqueur ne contient alors que du nickel et ne renferme pas la plus petite trace de cobalt : celui-ci se trouve tout entier dans le résidu à l'état d'hydrate de peroxide, avec une certaine proportion de nickel dans le même état de combinaison. Lorsque, dans le mélange de carbonate de nickel et de cobalt, c'est ce dernier qui domine, le résidu, après l'action du chlore, est de l'hydrate de peroxide de cobalt pur, et la dissolution contient tout le nickel avec une certaine quantité de cobalt.

Le protoxide de nickel pur, calciné à la chaleur blanche, est d'un vert olivâtre terne.

5g. d'oxide de nickel ainsi préparé, ayant été chauffés dans un creuset brasqué à la température de 150° pyrométriques, ont donné un culot bien fondu, d'un gris blanc intermédiaire entre la couleur du fer et celle du platine, demi-ductile, et à cassure en partie crochue, en partie fibreuse, comme la fonte douce, fortement magnétique, mais moins cependant que le cobalt; il pesait 3g., 94 = 0,788; d'où oxygène = 0,212.

Dans un autre essai 10g. d'oxide ont donné un culot pesant 7g., 75 : il contenait une partie scoriforme dans laquelle on a trouvé beaucoup de petites grenailles métalliques et environ 0g. 1 de matières terreuses.

10g. du même oxide mêlés avec 5g. d'un verre terreux composé de silice, d'alumine et de chaux, ont produit au creuset brasqué un culot métallique parfaitement fondu, pesant 7g., 75, et une scorie vitreuse transparente et d'un gris de silex. On voit par ce résultat, peu différent des précédens, que les substances vitreuses ne retiennent que très-peu d'oxide de nickel lorsqu'elles sont fondues avec le contact du charbon. Comme il paraît certain que le nickel absorbe, à une haute température, une certaine quantité de carbone, il est évident que l'oxide doit contenir au moins 0,212 d'oxygène, proportion très-éloignée de celle à laquelle M. Lassaigne s'est arrêté.

J'ai analysé le muriate qui résulte de l'action du chlore sur le carbonate de nickel. Sa composition, qui est presque identique avec celle que l'on peut déduire des nombres adoptés par M. Berzelius pour l'oxide, vient à l'appui de ces nombres; j'ai eu :

Protoxide de nickel.. 15,96—0,5764
Acide muriatique.... 1,44—0,4236

Le sulfate de nickel se réduit aisément : 10g. de ce sulfate, parfaitement purs et chauffés au rouge naissant, ayant été exposés dans un creuset brasqué à la température d'environ 150° pyrométriques, se sont changés en un culot de sulfure d'un gris blanc légèrement nuancé de rouge, à cassure en partie grenue, en partie lamelleuse et très-éclatante, très-sensiblement magnétique : il pesait

58,2; le charbon qui l'entourait exhalait l'odeur sulfureuse. 100 parties de sulfate pourraient produire 58,72 de sulfure NS^2 , ou 48,40 de sulfure NS . Ces nombres seraient peu différens dans l'hypothèse de M. Lassaigne : ce n'est donc ni l'un ni l'autre de ces sulfures que j'ai obtenus, mais probablement un mélange de sulfure NS^2 et de métal. Le sulfure de nickel est en partie décomposé par le charbon à une haute température comme plusieurs autres sulfures : de là venait sans doute l'odeur sulfureuse que répandait la brasque.

La composition de l'oxide de cobalt ne diffère pas d'une manière notable de celle de l'oxide de nickel : aussi ces deux oxides donnent-ils, lorsqu'on les réduit au creuset brasqué, presque exactement la même quantité de métal. 20 gr. de protoxide de cobalt parfaitement pur, et dont on avait séparé le nickel par le moyen du chlore, mêlés avec 4 gr. de verre terreux composé de silice, d'alumine et de chaux, ont produit un culot métallique parfaitement fondu, très-magnétique, malléable comme la fonte douce, à cassure fibreuse et d'une couleur tout-à-fait semblable à celle du nickel; il pesait 15,75 = 0,787, d'où oxygène = 0,213. La scorie était vitreuse et transparente et elle avait une très-légère teinte bleuâtre; son poids n'avait pas augmenté sensiblement; elle ne retenait donc qu'une trace d'oxide de cobalt.

Le sulfate de cobalt réduit au creuset brasqué, à une température élevée, m'a donné 0,50 de sulfure gris, magnétique, à cassure grenue. Ce résultat est analogue à celui qu'on obtient avec le sulfate de nickel. Une partie du sulfure a dû être réduite par le charbon.

29. *Sur la corrosion du cuivre qui forme la double des vaisseaux*; par sir H. Davy. (Lu à la Société royale de Londres, le 22 janvier 1824.)

Lorsqu'on laisse un morceau de cuivre poli dans l'eau de mer, les premiers effets observés sont une ternissure jaune sur ce cuivre et un nuage blanc dans l'eau, qui ont lieu en deux ou trois heures : la couleur du nuage devient graduellement verte; en moins d'un jour, le précipité vert bleuâtre paraît dans le fond du vase, et va en augmentant constamment en même temps que la surface du cuivre se corrode, celle-ci paraît rouge dans l'eau et d'un vert d'herbe lorsqu'elle est en contact avec l'air. Du carbonate de soude se forme graduellement sur cette matière verte, et ces changemens continuent jusqu'à ce que l'eau devienne beaucoup moins salée.

Le précipité vert paraît être formé principalement d'un composé insoluble de sous-muriate de cuivre et d'hydrate de magnésie. Pendant la décomposition, il ne se dégage pas d'hydrogène; mais l'oxygène de l'atmosphère ou de l'air dissous dans l'eau est absorbé. Le cuivre ne subit aucun changement dans de l'eau de mer parfaitement privée d'air.

Le cuivre est un métal faiblement positif dans l'échelle électro-chimique. Il ne doit agir sur l'eau de mer que lorsqu'il est dans un état positif : par conséquent, si on le rendait légèrement négatif, l'action corrosive de l'eau de mer sur lui serait nulle. Pour produire cet effet, j'ai pensé au contact du zinc, du fer et de l'étain, et ce moyen m'a effectivement réussi. Je me suis convaincu, par un grand nombre d'expériences, que

de très-petites quantités de l'un de ces métaux, mises en contact avec le cuivre d'une manière quelconque, préservent celui-ci de toute altération, et conservent sa surface nette et brillante. Il y a toute raison d'attendre, d'après cela, que de très-petites quantités de zinc, ou (ce qui est moins coûteux), de fer ou de fonte, placées en contact sous le doublage en cuivre des vaisseaux, qui est tout entier dans une connexion électrique, empêcheront tout-à-fait sa corrosion.

Le même principe recevra d'autres applications utiles pour la conservation du fer, de l'acier, de l'étain, etc.; mais je réserve cette partie du sujet pour une autre communication à la Société.

30. *Excellent réactif pour le cuivre*; par Witting. (Beitrag für Chemie. 1822, p. 80.)

Ayant mis dans une dissolution de sulfate de cuivre, contenant tout au plus $\frac{1}{35,000}$ de métal, un fragment de phosphore suspendu par un fil, il s'est d'abord manifesté une couleur bleue, et, au bout de quelques heures, il s'est formé à la surface du phosphore un dépôt brun assez considérable pour ne laisser aucun doute sur la présence du cuivre.

31. *Sur le cuivre blanc ou packfong*. (Mémoires de la Société pour l'avancement de l'industrie en Prusse. Août 1824.)

Engström a analysé le cuivre blanc de la Chine, ou packfong, en 1776, et il l'a trouvé composé de:

Cuivre.	0,43750	} 1,00000
Zinc.	0,40625	
Nickel.	0,15625	

Le docteur Fife, d'Édimbourg, ayant soumis à l'analyse un vase de cuivre blanc rapporté de la Chine par le docteur Howison, en a obtenu :

Cuivre.	0,404	} 1,000
Zinc.	0,254	
Nickel.	0,316	
Fer.	0,026	

(Voyez *Annales des Mines*, t. VIII, p. 344.)

Il est hors de doute que l'on prépare cet alliage en Chine avec un minerai de cuivre nickellifère et du zinc.

On fabrique, depuis plus de soixante ans, un alliage analogue à Suhl. On tient le procédé secret; mais il est certain qu'on se sert d'une substance métallique qui se trouve dans le sable de la Schlus, à 5 lieues de Suhl, entre Unterbrunn et Ernthal, sur le territoire de Kildburghausen. Cette substance est en grains ou en morceaux amorphes disséminés dans une scorie; elle provient du traitement d'un minerai de cuivre nickellifère, qui a eu lieu à une époque inconnue; elle devient rare, et on la vend maintenant 14 fr. le quintal: MM. Keferstein et Müller l'ont trouvée composée de:

Cuivre.	0,8800	} 1,0000
Nickel.	0,0075	
Soufre.	0,0175	
Fer.	0,0500	
Terres.	0,0450	

Le cuivre blanc de Suhl contient beaucoup de zinc; il est moins ductile que celui de la Chine et un peu jaunâtre.

Le Dr. Geiter, de Schneeberg, met dans le commerce, sous le nom d'*argentan*, un alliage semblable au packfong, et qu'il vend 21 f. le quintal: on ne sait pas par quel procédé il le prépare.

Gahn avait établi à Fahlun une fabrique de cuivre blanc, dans laquelle il employait un minerai de cuivre nickellifère.

La Société pour l'avancement de l'industrie en Prusse, ayant proposé un prix pour la découverte d'un alliage aussi blanc que l'argent à 18 karats, et ayant une valeur six fois moindre, M. Frick entreprit à ce sujet des recherches dont voici les principaux résultats.

Un alliage formé de cuivre, zinc et nickel, dans les proportions indiquées par Engström, n'a pas le beau blanc de l'argent : il est bleuâtre et peu malléable ; mais l'alliage composé de :

Cuivre.	0,5329	} 1,0000
Zinc.	0,2923	
Nickel.	0,1748	

est aussi blanc que l'argent à 18 karats, plus dur et bien ductile ; il perd un peu de sa dureté par la trempe ; sa pesanteur spécifique est de 8,5 à 8,6 ; il revient à 28 fr. le quintal. Cet alliage se couvre de vert-de-gris lorsqu'on le laisse exposé à l'air avec le contact des acides ou des huiles, mais pas plus que l'argent à 18 karats ; lorsqu'on le nettoie avec de la sanguine, il conserve toujours sa couleur blanche. On pourrait l'employer pour ustensiles de table et de cuisine ; cependant il sera plus prudent de ne s'en servir que pour des objets de luxe, tels que flambeaux, vases, ornemens, etc.

On peut décolorer complètement le cuivre en l'alliant aux $\frac{2}{3}$ de son poids de nickel.

On imite parfaitement le cuivre blanc de Suhl en alliant ensemble :

Cuivre.	0,5555	} 1,0000
Zinc.	0,0555	
Nickel.	0,3890	

32. *Sur l'essai et le traitement du sulfure d'antimoine*; par M. P. Berthier, ingénieur des mines. (Ann. de Ch., t. XXV, p. 379.)

Il existe en France un assez grand nombre d'établissements dans lesquels on prépare l'antimoine métallique (régule d'antimoine). Les principaux sont situés à Clermont, à Riom et à Alais : cependant on a très-peu de données relativement aux procédés que l'on y suit, parce que jusqu'ici les fabricans en ont fait un mystère, et qu'ils ont rigoureusement interdit la visite de leurs ateliers, même aux personnes les plus éclairées et qui auraient pu leur donner des conseils utiles. Je doute que cette conduite leur ait été avantageuse, du moins paraît-il certain que leur art serait susceptible de recevoir de grandes améliorations. C'est pour les mettre sur la voie de ces améliorations que je vais rapporter ici les expériences que j'ai faites, dans le but de comparer entre eux les différens moyens qu'on peut employer pour séparer le soufre de l'antimoine ; je déduirai en même temps de ces expériences quelques conséquences concernant les essais de sulfure d'antimoine par la voie sèche ; mais auparavant j'exposerai succinctement les renseignemens que j'ai pu me procurer sur les procédés de fabrication.

Fournier le jeune est le premier, en France, qui ait fabriqué le régule d'antimoine en grand : son établissement, qu'il avait placé à Orléans, a servi de modèle à tous ceux qui se sont formés depuis. Il décrit ainsi qu'il suit, dans son *Manuel typographique*, le mode de fabrication qu'il avait adopté.

Traitement
en grand.

Méthode ancienne.

Le minerai dont on extrait le régule est composé de soufre et d'antimoine. On le pulvérise et on le passe à travers des tamis dont les trous ont tout au plus la largeur d'une petite lentille; on grille le minerai tamisé dans un four qui a 8 à 9 pieds de long sur environ 7 de large. Ce four est divisé en trois parties par deux petits murs en briques, parallèles, hauts de 6 à 8 pouces et distans l'un de l'autre de 4 à 5 pieds. On met du bois bien sec dans les deux parties latérales, et l'on étend, dans l'espace compris entre les petits murs, 200 à 250 livres de minerai pulvérisé. On fait d'abord un grand feu pour échauffer la matière; puis, lorsqu'elle blanchit à la surface, et qu'elle commence à jeter de la fumée, on abaisse la température et on commence à remuer avec un ringard, et l'on continue cette manœuvre sans interruption pendant dix, douze et même quelquefois pendant quinze heures. Cette opération est pénible. Le ringard a $1\frac{2}{3}$ pied de large; son manche a 10 à 12 pieds de longueur; il est suspendu par son milieu à une chaîne fixée au plafond de l'atelier, au-dessus de la bouche du fourneau. Cette disposition facilite beaucoup le travail, et permet aux ouvriers de se tenir éloignés des vapeurs antimoniales qui sont entraînées dans la cheminée. Il faut avoir grande attention de maintenir la chaleur à un degré convenable, afin que le sulfure se grille sans se fondre ni même se ramollir. On juge que le grillage est terminé quand la matière ne fume presque plus, et qu'elle se présente en petits grains arrondis d'une couleur briquetée: alors on laisse éteindre le feu et on ne vide le four que le lendemain. Le déchet qu'on éprouve dans le grillage est très-considé-

rable et s'élève quelquefois jusqu'à 50 pour cent.

Pour réduire le minerai grillé, on le mélange avec les $\frac{4}{10}$ de son poids de gravelle desséchée ou de tartre, ce qui est bien préférable. On fait chauffer des creusets de terre dans un fourneau carré ou carré long, qui peut en contenir 4, 6 ou un plus grand nombre; et quand ils sont rouges, on y introduit 10 liv. de mélange, puis on remplit tout le fourneau de charbon, on le bouche négligemment avec un morceau de tôle, et on le maintient dans cet état pendant environ deux heures. Le mélange bout et finit par entrer en pleine fusion. On reconnaît que la fusion est parfaite lorsque, en trempant une verge de fer dans un creuset, elle n'éprouve aucune résistance, et qu'elle en sort chargée d'une scorie liquide, qui file et se solidifie en peu de temps: alors on sort successivement les creusets et on les vide dans des lingotières en fonte, chaudes et légèrement enduites de graisse.

Le régule qui provient d'une première fusion est presque toujours terne et impur. On le purifie en le refondant une ou deux fois avec une petite quantité de minerai grillé, de tartre et des scories qui ont été bien fluides, et qui ont ordinairement la couleur du verre à bouteille. Lorsque l'antimoine est bien pur, il cristallise à grandes lames et il est très-brillant.

Les scories ne sont pas perdues: on en sépare les grenailles de régule qu'elles contiennent, et on s'en sert ensuite pour préparer du coccus. Les fabricans d'antimoine font entrer dans ce qu'ils appellent *le coccus* non-seulement les scories, mais encore les débris de creusets et de fourneaux, et jusqu'aux balayures de leurs ate-

liers. Cet abus mérite d'attirer l'attention de l'autorité; le coccus étant uniquement employé comme médicament, il serait à désirer que sa préparation fût assujettie à des règles fixes. La facilité avec laquelle les fabricans trouvent à vendre les coccus les plus impurs, et dans lesquels il n'y a quelquefois pas de trace d'antimoine, fait d'ailleurs qu'ils n'ont presque pas d'intérêt à perfectionner la fabrication.

Méthode
actuelle.

Il paraît que le grillage du sulfure d'antimoine se fait maintenant avec plus de soin que du temps de Fournier; car on dit que l'on obtient ordinairement 73 de matière grillée pour 100 de sulfure. On fond cette matière avec de la poussière de charbon imbibée d'une forte dissolution de carbonate de soude, et on en retire environ 60 de régule: d'où il suit que le sulfure, qui contient 0,73 d'antimoine, n'en donne en grand que 0,44 à 0,45. Le reste passe en partie dans les scories et est en partie volatilisé.

Grillage en
petit.

Il est très-facile de griller le sulfure d'antimoine en petit. L'opération s'effectue à une température très-basse et bien inférieure à la chaleur rouge. On réduit le sulfure en poudre très-fine et on l'agite continuellement au contact de l'air jusqu'à ce qu'il ne produise plus aucune vapeur; tout le soufre s'en dégage à l'état d'acide sulfureux; le résidu est d'un gris jaunâtre: il ne contient pas la plus petite trace d'acide sulfurique. C'est du protoxide d'antimoine à-peu-près pur, et l'on voit, par son poids, qu'il ne se perd pas une quantité notable de métal. Il suit de là que le déficit considérable que l'on éprouve dans le grillage en grand n'est pas dû à la volatilisation du sulfure: il provient sans aucun doute de ce que

la substance pulvérisée, étant sans cesse agitée au milieu d'un courant d'air, est en partie entraînée mécaniquement par ce courant. On pourrait aisément recueillir la partie ainsi entraînée, et qui, dans l'état des choses, est perdue, en adaptant aux fourneaux une suite de chambres ou voûtes surbaissées, comme on le fait dans les usines où l'on grille des minerais argentifères, etc. Ce perfectionnement fort simple est un des plus importans que l'on puisse introduire dans nos fabriques.

Le sulfure d'antimoine grillé se réduit promptement au creuset brasqué sans addition; il produit 0,77 de régule; mais ce régule est en grenailles juxta-posées, souvent mélangé de charbon, et ne forme pas de culot.

Essai du sulfure grillé.

Fondu avec trois à quatre parties de flux noir, le sulfure grillé donne 0,77 de métal; avec 1 partie de tartre rouge, il en donne 0,72; avec 0,25 à 0,30 de carbonate de potasse ou de soude calciné et 0,15 de poussière de charbon, il en donne 0,76. Dans tous les cas, les scories, très-fluides, sont compactes et d'un gris jaunâtre d'autant plus foncé que l'on a obtenu moins de métal. L'antimoine est lamelleux, mais un peu bleuâtre, et il décompose sensiblement l'eau; ce qui tient à ce qu'il renferme une petite quantité de potassium, ainsi que M. Vauquelin l'a remarqué depuis long-temps. On le purifie aisément en le tenant fondu pendant quelques instans avec le contact de l'air: il devient alors beaucoup plus blanc et très-éclatant, et il cristallise en grandes lames.

Le verre d'antimoine, qui est, comme on sait, une combinaison d'oxide et de sulfure d'antimoine, produit 0,70 d'antimoine, décompo-

sant l'eau lorsqu'on le fond avec deux à trois parties de flux noir. Cela prouve que, lors même que le sulfure ne serait qu'imparfaitement grillé, on en retirerait une grande proportion d'antimoine par le moyen des flux réductifs : nous verrons bientôt à quoi cela tient.

Essai du sulfure non grillé.

Il n'est pas indispensable de griller le sulfure d'antimoine pour en séparer le soufre; on peut opérer cette séparation en partie par les carbonates alcalins, et en totalité par le fer métallique, et même par diverses matières ferrugineuses.

Par un carbonate alcalin et du charbon.

Lorsque l'on chauffe au rouge un mélange de sulfure d'antimoine et de carbonate de potasse ou de soude, il se forme une matière homogène très-fluide, compacte et d'un brun foncé, dont M. Berzelius a fait connaître la nature : elle contient du sulfure de potassium ou de sodium, du sulfure d'antimoine et un composé d'oxide d'antimoine et d'alcali. Quand on ajoute de la poussière de charbon au mélange, tout l'oxide d'antimoine est réduit, et la matière fondue ne renferme que du sulfure de potassium ou de sodium, du sulfure d'antimoine et du carbonate alcalin. J'ai trouvé qu'en fondant le sulfure d'antimoine avec 0,50 à 1,00 de carbonate de soude anhydre et 0,08 à 0,10 de poussière de charbon, on obtient 0,55 à 0,36 d'antimoine métallique et une scorie très-fluide, compacte et d'un brun noir, avec éclat demi-métallique. L'antimoine ne retient pas la plus petite trace de soufre; mais il renferme une quantité notable de potassium, et il fait, à cause de cela, une effervescence plus ou moins vive avec l'eau. La scorie est soluble dans l'eau en totalité ou avec dépôt de kermès, selon la proportion d'alcali que l'on a employée : la li-

queur est fortement alcaline. Lorsqu'on la sature avec un acide, elle fournit un dépôt abondant de kermès très-beau et très-pur. Dans un établissement où l'on voudrait préparer du régule et du kermès, je crois qu'on ne pourrait pas traiter le sulfure d'antimoine par un procédé plus avantageux que celui que je viens d'indiquer; il produirait au moins 30 de métal pur pour 100 de sulfure, c'est-à-dire, les $\frac{2}{5}$ environ de ce qu'en contient ce minéral. On dissoudrait les scories dans l'eau; le résidu serait du kermès, qui pourrait être mêlé d'une petite quantité de charbon; en saturant la dissolution avec de l'acide sulfurique, il s'y formerait un précipité de kermès de première qualité, et l'eau-mère, évaporée à siccité, donnerait du sulfate de soude, dont on trouverait l'emploi dans la fabrique, ainsi qu'on le verra bientôt.

Les expériences précédentes paraissent prouver que le kermès ne peut pas être un sous-hydrosulfate d'oxide, comme on le croyait autrefois : elles militent en faveur de l'opinion de M. Berzelius, qui pense que c'est un sulfure métallique, qui ne diffère du sulfure d'antimoine ordinaire que par l'état de division extrême dans lequel il se trouve.

Le fer métallique enlève très-facilement le soufre à l'antimoine, même à une température peu élevée; mais comme le sulfure de fer a une pesanteur spécifique peu différente de celle de l'antimoine, il est difficile d'opérer la séparation de ces deux substances : pour y parvenir, il faut donner un bon coup de feu lorsque la désulfuration est opérée, et tenir la matière en pleine

Par le fer.

fusion pendant un certain temps. Avec cette précaution, on obtient deux culots, qui se séparent assez nettement : l'un blanc et à grandes lames, qui est le régule, auquel adhère presque toujours une petite quantité de matte; l'autre, d'un jaune de bronze un peu plus clair que le sous-sulfure de fer ordinaire, parce qu'il est mélangé d'une petite quantité d'antimoine métallique. Pendant l'opération, il se volatilise toujours une assez forte proportion d'antimoine; mais c'est un inconvénient qu'il paraît impossible d'éviter. Les anciens docimatistes connaissaient ce procédé : c'est à tort qu'on l'a donné comme nouveau il y a quelques années. On le pratique maintenant en grand dans quelques fabriques, entre autres en Angleterre; mais on n'en obtient pas en général un très-bon résultat. Je crois cependant qu'en prenant les précautions convenables on pourrait l'employer avec profit. La première, qui est indispensable, consiste à ne mêler au sulfure que la proportion de fer strictement nécessaire pour le décomposer : cette proportion doit être de $1 \frac{1}{2}$ atome pour 1 atome de sulfure d'antimoine, puisque celui-ci renferme 3 atomes de soufre, et le sous-sulfure de fer seulement 2 : cela revient à 42 de fer pour 100 de sulfure. Si l'on en mettait davantage, l'antimoine, qui a grande tendance à jouer le rôle d'élément électro-négatif, se combinerait avec le surplus, et il en résulterait de l'antimoniure de fer, qui se mêlerait partie avec le régule et partie avec la matte. De plus, il convient que le fer ne soit pas rouillé, et on doit l'employer dans le plus grand état de division possible; s'il était en trop gros mor-

ceaux, il arriverait qu'une partie de sulfure d'antimoine se volatiliserait avant que ces morceaux pussent être attaqués jusqu'au centre.

En petit, on retire aisément, par le moyen du fer, jusqu'à 0,635 de régule pur du sulfure d'antimoine; en grand, il paraît que c'est tout au plus si l'on obtient 0,55.

On ne peut malheureusement pas substituer ^{Par la fonte.} la fonte de fer granulée au fer forgé; on sait que le soufre a fort peu d'action sur la fonte : la désulfuration est imparfaite, et la matte ne peut se séparer du régule.

Un des plus grands inconvéniens de la méthode de désulfuration de l'antimoine par le fer, c'est d'obliger à chauffer très-fortement pour séparer la matte du régule : on conçoit que cette séparation serait plus facile et exigerait une température moins élevée si la matte avait moins de densité que le sous-sulfure de fer, et si elle était en même temps plus fusible. Or, on peut remplir ces deux conditions en ajoutant au mélange un carbonate ou un sulfate alcalin.

Nous avons vu qu'en fondant du sulfure d'antimoine avec un carbonate alcalin et du charbon, on obtient du régule, et une scorie, qui est essentiellement formée d'un composé de sulfure d'antimoine et de sulfure alcalin. Si l'on projette du fer métallique dans cette scorie encore en fusion, l'antimoine s'en sépare en totalité, et presque aussitôt, et la nouvelle scorie, aussi fluide que la première, contient une combinaison de sulfure alcalin et de sulfure de fer. Si l'on mélange immédiatement le fer avec le sulfure d'antimoine et le carbonate alcalin, on arrive au même résultat.

J'ai trouvé qu'avec 100 de sulfure d'antimoine, 42 de fer et 50 de carbonate de soude anhydre, mêlé de $\frac{1}{10}$ de son poids de charbon, on obtient 65 à 66 d'antimoine : avec la même proportion de fer et 10 de carbonate de soude seulement, on en obtient 62. Dans les deux cas, la fusion se fait très-rapidement sans boursofflement, et la matte, très-liquide, se sépare avec la plus grande facilité du régule. En employant une partie de carbonate de soude, toujours mêlé de charbon, on peut diminuer la proportion du fer et la réduire à 0,25 ou 0,30, le produit est toujours de 0,65 à 0,66; mais si l'on réduisait en même temps la proportion du carbonate alcalin à 0,50, on n'aurait plus que 0,56 d'antimoine. Le carbonate de potasse donne, à poids égaux, les mêmes résultats que le carbonate de soude; mais les scories sont encore plus fluides.

Par le fer et
le sulfate
de soude.

Les sulfates alcalins sont changés en sulfures métalliques par le charbon à une température peu élevée. Les sulfures des métaux alcalins, en se combinant avec les autres sulfures métalliques, en augmentent considérablement la fusibilité; aussi lorsqu'on ajoute du sulfate de soude anhydre, broyé avec le cinquième de son poids de charbon environ, au mélange de sulfure d'antimoine et de fer métallique, le régule se sépare-t-il très-prompement, et les scories prennent-elles, en quelques instans, une très-grande liquidité; mais il faut observer que la présence du sulfate de soude diminue le produit du régule, à moins qu'on n'augmente en même temps la proportion du fer. Il paraît que le fer décompose le sulfate de soude conjointement avec le charbon, et qu'il n'en reste plus assez pour enlever

tout le soufre au sulfure d'antimoine. Par exemple, avec

100 de sulfure d'antimoine,
42 de fer métallique,
100 de sulfate de soude,
20 de charbon,

on n'a que 22 de régule, et la scorie est métalloïde, très-brillante et cristallisée en aiguilles; mais avec

100 de sulfure,
42 de fer,
10 de sulfate de soude,
2 de charbon,

on obtient 60 à 61 d'antimoine, et l'opération se fait avec une très-grande facilité et sans boursofflement.

Au lieu de fer métallique, on peut se servir d'oxide de fer pur, et même d'une matière ferrugineuse quelconque, pourvu qu'elle soit riche. J'ai employé avec succès les battitures et les scories de forges; mais j'ai reconnu qu'il est indispensable d'ajouter un fondant à ces substances: ce fondant peut être un carbonate ou un sulfate alcalin.

Les battitures sont les écailles cristallines, noires, métalloïdes, qui se détachent du fer chauffé au rouge lorsqu'on le martelle ou lorsqu'on le passe au laminoir; elles contiennent à-peu-près 0,75 de fer: 0,10 de charbon suffiraient par conséquent pour les réduire; mais on est toujours obligé d'en employer davantage quand on ajoute au mélange un carbonate ou un sulfate alcalin, afin qu'il y en ait assez pour décomposer l'acide carbonique et l'acide sulfurique, qui sans cela oxideraient le fer à mesure qu'il se produirait. On ne peut pas employer moins de 40 de battitures

Par les battitures et les carbonates alcalins.

pour 100 de sulfure d'antimoine, et alors en y ajoutant de 50 à 100 de carbonate de soude et de 8 à 10 de charbon, on a 56 de régule; mais si avec 100 de carbonate on emploie 13 à 14 de charbon, on a 65 de régule. La fusion a toujours lieu très-tranquillement; les scories sont très-liquides et d'un noir brun, un peu métalloïde. En augmentant la proportion des battitures, on peut diminuer en même temps celle du carbonate de soude, et obtenir encore des résultats très-avantageux. Ainsi, avec 55 à 60 de battitures, 10 de carbonate de soude et 10 de charbon, on a 58 de régule, et si l'on porte la proportion du carbonate de soude jusqu'à 45 ou 50, celle du charbon restant toujours de 10, on a 65 à 66 et jusqu'à 67 de régule. Les scories sont très-fluides, cristallines, d'un noir métalloïde et magnétiques. Ce procédé, répété un grand nombre de fois, a toujours également bien réussi. En remplaçant les 50 parties de carbonate de soude par 45 parties de carbonate de potasse, on obtient 69 d'antimoine; il n'y a pas de méthode qui en donne une aussi forte proportion: les scories qui recouvrent le métal sont très-fluides; la fusion se fait très-facilement, mais elle est accompagnée d'un hour-soufflement considérable, ce qui oblige de se servir de creusets très-grands.

Si l'on voulait faire usage de sulfate de soude, il faudrait employer 80 de battitures, 50 de sulfate et 17 de charbon pour 100 de sulfure: le produit en régule serait de 57; la fusion est facile.

On sait que les scories de forge sont essentiellement composées de silice et de protoxide de fer; il y en a de fort riches: lorsqu'on les fond avec du sulfure d'antimoine, du carbonate de

Par les scories de forges et le carbonate de soude.

soude et du charbon, on obtient un régule cristallisé à grandes lames et très-blanc, qui ne paraît pas contenir de sodium, une matte d'un jaune de bronze semblable à de la pyrite, et une scorie compacte, vitreuse, noire, opaque, éclatante comme le jayet, dans laquelle la plus grande partie de l'alcali paraît être concentrée. Ces trois substances se séparent très-facilement les unes des autres. J'ai eu 60 de régule avec 80 de scories de forges ordinaires, 50 de carbonate de soude et 10 de charbon, pour 100 de sulfure d'antimoine.

En rappelant ceux des procédés précédens qui paraissent susceptibles d'être appliqués en grand, on voit que l'on obtiendrait, pour 100 de sulfure :

Résumé.

1°. 65 de régule par le moyen du grillage et de la fusion subséquente avec 25 à 30 de carbonate de soude et 15 de charbon, si l'on parvenait à recueillir le minerai pulvérulent que le vent enlève dans les fourneaux de grillage: les scories pourraient servir plusieurs fois, et jusqu'à ce qu'elles se soient saturées de sulfure d'antimoine.

2°. 33 de régule, en fondant immédiatement le sulfure avec 50 de carbonate de soude et 8 à 10 de charbon: la scorie, traitée par l'acide sulfurique, donnerait du kermès et du sulfate de soude.

3°. 60 à 61 de régule avec 42 de fer métallique, 10 de sulfate de soude et 2 de charbon. Ce moyen sera probablement très-avantageux; car l'emploi du sulfate de soude augmentera peu la dépense, puisque ce sel calciné ne coûte que 30 fr. les 100 kilogrammes.

4°. 57 de régule avec 60 de battitures, 50 de sulfate de soude et 17 de charbon.

5°. Enfin, 65 à 67 de régule avec 60 de battitures, 45 à 50 de carbonate de soude et 10 de charbon. Ce dernier procédé pourrait être très-bon si l'on trouvait moyen de retirer l'alcali qui se trouve contenu dans les scories. Il y aura, à cet égard, des essais à faire en grand. J'ai observé que, toutes les fois que l'on emploie un carbonate ou un sulfate alcalin, les scories que l'on obtient se désagrègent très-prompement à l'air en attirant l'humidité, et que, lorsqu'on les délaie dans l'eau, elles forment une boue noire comme de l'encre : cette boue est en très-grande partie soluble dans l'eau, et passe à travers les filtres; les liqueurs étendues sont vertes; elles se composent essentiellement d'une combinaison de sulfure alcalin et de sulfure de fer; mais quand on laisse les scories exposées à l'air après les avoir bien humectées d'eau, il arrive un moment où l'on peut les laver avec autant d'eau que l'on veut sans qu'il en résulte de liqueurs colorées : alors celles-ci ne contiennent plus de sulfures alcalins, mais des hyposulfites, etc. : reste à savoir si le résidu de sulfure de fer ne retient pas une certaine quantité de sulfure alcalin dans un état de combinaison tel que celui-ci ne puisse pas être enlevé par l'eau. Quoi qu'il en soit, il est évident qu'après une exposition à l'air suffisamment prolongée tous les sulfures se transformeraient en sulfates, et qu'il serait possible de séparer ces derniers les uns des autres par la voie de la cristallisation. Quand la sulfatation serait complète, on trouverait un résidu antimonial

qui devrait être compté pour quelque chose dans les produits.

J'ai montré dans d'autres Mémoires que le charbon désulfure le sulfure d'antimoine avec formation de sulfure de carbone. Le gaz hydrogène réduit aussi ce sulfure à la chaleur rouge en s'emparant de tout son soufre; l'action est même très-rapide. D'après cela, il est probable que les deux gaz hydrogènes carbonés, et par conséquent les gaz qui proviennent de la distillation de la houille produiraient le même effet. Ce moyen présenterait sans doute de grandes difficultés d'exécution en grand, néanmoins il serait à désirer que quelqu'un en fit l'essai; car s'il réussissait, il donnerait des résultats très-avantageux. En effet, supposons que le gaz provenant de la distillation de la houille ait une densité de 0,60, un mètre cube pèsera 770 gr.; admettons que sa composition soit telle qu'il contienne les $\frac{3}{4}$ de son poids de différens gaz hydrogénés équivalens dans leur ensemble à du gaz protocarboné : alors 1 mètre cube renfermera 580g de gaz hydrogène protocarboné, ou 144g d'hydrogène et 432g de carbone : or, 144g d'hydrogène et 432g de carbone peuvent, chacun, se combiner avec 2250g de soufre; ils en prendraient donc ensemble 4,500g, qui équivalent à 16,660g de sulfure d'antimoine : d'où il suit que, pour réduire 100 kilog. de sulfure d'antimoine, il ne faudrait pas plus de 6 mét. c. de gaz, dont la valeur n'est que de 4 à 5 fr. Ne pourrait-on pas tenter de faire l'opération dans des tuyaux de terre verticaux, qui seraient remplis de charbons entrecroisés et à travers lesquels le sulfure d'antimoine fondu passerait en descendant de la partie supérieure; tandis que

Par le gaz hydrogène.

Par le gaz de la houille.

le gaz s'élèverait, au contraire, de la partie inférieure, et sortirait par le haut, d'où on le conduirait dans une cuve pleine d'eau, pour qu'il y déposât les vapeurs antimoniales dont il se chargerait probablement? Le charbon contenu dans les tuyaux concourrait avec le gaz à opérer la désulfuration.

Essai docimastique.

Il me reste à dire quelque chose sur les essais en petit du sulfure d'antimoine par la voie sèche. Je ferai d'abord observer qu'il n'existe aucun moyen de faire ces essais d'une manière rigoureuse, parce que la volatilité du sulfure d'antimoine et de l'antimoine lui-même s'y oppose invinciblement. En second lieu, il est tout-à-fait superflu de rechercher la proportion d'antimoine dans le sulfure lorsque celui-ci est pur, puisque cette proportion ne varie pas. Enfin, quand le sulfure d'antimoine est mélangé, comme presque toujours, c'est avec des substances pierreuses ou des pyrites qui sont inattaquables par l'acide muriatique : on peut en avoir très-exactement et très-facilement la proportion en traitant le minerai par ce réactif. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on voudra faire l'essai du sulfure d'antimoine, on pourra employer l'un des moyens suivans.

1°. Griller jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs sulfureuses, et fondre la matière grillée soit avec 3 parties de flux noir, soit avec 1 partie de tartre rouge, soit enfin avec 1 partie de carbonate de soude et 0,15 de charbon.

2°. Fondre avec 0,42 de fer métallique (clous d'épingles, fil de fer découpé en petits morceaux), 1,00 de carbonate de soude, et 0,10 de charbon.

Action du nitre. 3°. Enfin, fondre avec 0,60 de battitures de

fer pulvérisées 1,00 de carbonate de soude et 0,10 de charbon.

Quelques sulfures sont attaqués par le nitre de telle manière que le métal ne commence à s'oxyder que lorsque tout le soufre est brûlé. Le sulfure d'antimoine n'est pas dans ce cas : le soufre et l'antimoine agissent simultanément sur le nitre. Lorsqu'on emploie moins de 1 atome $\frac{1}{5}$ de nitre pour 1 atome de sulfure (14 pour 10), il reste dans la matière fondue du sulfure double de potassium et d'antimoine ; mais il ne se sépare jamais la plus petite trace de métal.

33. *Analyse du fulminate d'argent* (1); par MM. Liebig et Gay-Lussac. (Ann. de Ch., t. XXV., p. 285.)

L'acide muriatique décompose totalement le fulminate d'argent et en sépare une quantité de chlorure qui correspond à

Argent.. 0,72187 } ou oxide d'argent.. 0,77528.
Oxigène. 0,05341 }

Le chlorure de potassium donne avec le sel une quantité de chlorure qui correspond à

Argent.. 0,72187 } ou oxide d'argent.. 0,38105.
Oxigène. 0,05342 }

et qui est, par conséquent, moitié moindre que la première.

Connaissant la quantité d'oxide contenue dans le fulminate d'argent, nous avons cherché à déterminer ses autres élémens, au nombre desquels sont, comme nous le savions déjà, le carbone et

(1) Voyez *Annales des mines*, tome IX, page 240.

l'azote. Nous avons décomposé le fulminate d'argent par l'oxide de cuivre; mais comme il nous importait beaucoup de dessécher parfaitement les matières sur lesquelles nous devons opérer, nous commencerons par décrire le procédé au moyen duquel nous croyons y être parvenus, d'autant plus qu'il est applicable à l'analyse d'une substance végétale ou animale quelconque.

Après avoir mêlé le fulminate d'argent avec l'oxide de cuivre, et avoir introduit le mélange dans un tube un peu épais en verre, de 8 à 9 millimètres de diamètre intérieur et de 3 décimètres de longueur, *a*, *fig. 1* (Pl.V), on le réunit à un tube *b* contenant du chlorure de calcium, lequel est lui-même adapté, au moyen d'un tuyau flexible de plomb *c*, à un petit récipient posé sur le plateau *p* d'une machine pneumatique. En faisant le vide dans l'appareil, l'air entraîne avec lui la vapeur d'eau et ne rentre dans le tube contenant le mélange que desséché par le chlorure de calcium. Mais, pour dégager encore mieux l'eau hygrométrique du mélange, le tube qui le contient s'enfonce, à travers un bouchon de liège, dans un tube de gros diamètre *d e*, rempli d'eau que l'on peut porter à l'ébullition. La vapeur s'échappe par le tube *f*, et l'eau qui s'y condense tombe dans le vase *g*, placé au dessous. En faisant alternativement le vide et le plein dans l'appareil, on conçoit que le mélange doit perdre toute son eau hygrométrique. Pour d'autres substances dont on n'aurait pas à craindre la décomposition à une température supérieure à 100°, on pourrait chauffer le tube contenant le mélange dans une dissolution saline ou acide, ou dans un bain d'huile. L'appareil qu'on vient de

décrire n'exige aucun ajustage en cuivre; les jointures sont toutes faites en liège, et lorsque cette substance est de bonne qualité, l'appareil tient parfaitement le vide sans le secours d'aucun mastic, ou, au plus, en n'employant qu'un peu de colle ou de suif que l'on introduit dans les pores du liège quand il en a d'apparens.

Le mélange de fulminate d'argent et d'oxide de cuivre étant parfaitement desséché, on le décompose par l'action de la chaleur, et on recueille les gaz qui proviennent de cette décomposition; mais comme, par les procédés ordinaires, il est difficile d'obtenir leur volume réel, nous avons employé l'appareil suivant, qui le donne immédiatement.

C'est une cloche à pied *ab*, *fig. 2*, dans laquelle sont mastiqués, l'un en *a* et l'autre en *b*, deux anneaux ou collets ouverts en liège, destinés à diriger la petite cloche graduée *c* dans ses mouvemens. Le tube *d*, qui doit conduire les gaz dans la cloche graduée, a deux branches verticales parallèles, dont l'ascendante touche presque le sommet de la cloche graduée lorsqu'elle est au plus bas de sa course, et dont l'autre passe en dehors de la cloche graduée entre les deux ouvertures des anneaux de liège. (Voyez le plan de l'un de ces anneaux, *fig. 3*.) La cloche à pied étant remplie de mercure, et la branche ascendante du tube conducteur engagée dans la cloche graduée, on enfonce celle-ci dans le mercure, et l'air s'échappe à mesure par le tube conducteur. On fixe la cloche dans sa nouvelle position, en appuyant sur son sommet au moyen d'un bouchon de liège fixé dans une main de bois *h*, glissant le long d'une tige verticale *i*, sur laquelle elle peut

être arrêtée en un endroit quelconque par une vis de pression *k*. On adapte alors le tube *m* contenant le mélange au tube conducteur, et on pince ce dernier entre les deux mâchoires du support en bois *l*, qui se rapprochent au moyen d'une vis, et s'écartent par leur propre ressort. On met exactement le mercure de la cloche graduée de niveau avec celui qui forme le bain, et l'on note le volume qu'occupe l'air dans la cloche graduée, ainsi que la température à laquelle il se trouve. Lorsqu'on décompose le mélange, les gaz qui se dégagent dépriment le mercure dans la cloche graduée; mais en faisant glisser convenablement la main de bois le long de sa tige, on maintient à-peu-près le mercure à son niveau primitif, en ajoutant toutefois du mercure pour remplir l'espace que laisse la cloche en sortant du bain. Quand la décomposition est achevée, on enlève le feu, et après le refroidissement de l'appareil, on ramène le mercure au même niveau dans la cloche et dans le bain, et on observe la température. Il est clair que le volume d'air contenu dans la cloche graduée après l'opération, moins celui qui y était contenu avant, représente exactement le volume des gaz qui sont le résultat de la décomposition, en supposant que l'on ait fait les corrections de température et de pression barométriques; mais comme toute l'opération dure au plus une demi-heure, on aura rarement besoin de les faire.

On recueille ordinairement l'eau qui se dégage pendant la décomposition par l'oxide de cuivre d'une substance hydrogénée, en la faisant passer sur du chlorure de calcium renfermé dans un tube placé entre le tube conducteur et celui

qui renferme le mélange; mais la disposition suivante, qui consiste à introduire le chlorure dans le tube même où se fait la décomposition, nous a paru plus avantageuse.

On prend un tube de verre très-mince *n*, *fig. 4*, d'un diamètre extérieur presque égal au diamètre intérieur du tube *m* contenant le mélange; on lui soude un petit tube *o*, auquel doit être adapté un bouchon de liége entrant à frottement dans le tube *m*, et après l'avoir rempli de chlorure de calcium, on l'effile à l'autre bout *p*, en y laissant une petite ouverture. On en détermine le poids et on le place dans le tube *m*, comme le montre la *fig. 2*; les gaz ne trouvent alors pour s'échapper d'autre issue qu'à travers le tube au chlorure, et y déposent leur humidité. Lorsqu'on a introduit le mélange dans le tube *m*, il faut avoir l'attention qu'il y laisse un espace vide *ms* au-dessous de la paroi supérieure du tube, afin qu'il ne soit pas projeté en avant par les gaz au moment où ils se dégagent. Enfin, on a souvent recommandé l'usage de la lampe à esprit-de-vin pour produire la décomposition du mélange; mais nous trouvons beaucoup plus commode de placer le tube à nu sur une grille en fil de fer, supportée par un fourneau dont le cendrier et la porte sont fermés, et de l'envelopper successivement de charbons rouges. On a l'avantage de pouvoir chauffer en même temps le tube dans toutes ses parties, et avec un peu d'habitude, on le porte facilement au rouge obscur sans risquer de le ramollir.

On n'a jamais obtenu que des traces d'eau insignifiantes. Le résultat de nos expériences donne pour la composition du fulminate d'argent :

Argent.	0,72187	} 1,00000
Oxigène...	0,05541	
Cyanogène	0,17160	
Perte.....	0,05312	

La perte est sensiblement égale à la quantité d'oxigène combinée avec l'argent, et ne peut être attribuée qu'à de l'oxigène que renferme l'acide fulminique. D'après cela, le fulminate contiendrait :

- 2 atomes d'argent.
- 2 atomes d'oxigène combinés avec l'argent.
- 2 atomes d'oxigène combinés dans l'acide fulminique.
- 2 atomes de cyanogène. } 2 atomes d'azote.
- } 4 atomes de carbone.

On peut broyer sans danger le fulminate d'argent avec un bouchon de liège, en le mêlant avec cinq fois son poids de sulfate de potasse. En distillant le mélange, on obtient une certaine quantité de gaz, et le résidu, chauffé avec de l'oxide de cuivre, en laisse dégager à-peu-près autant.

Voulant recueillir les premières portions de ce gaz sans mélange d'air, nous avons cherché à faire le vide dans notre appareil.

Nous avons adapté au tube contenant le mélange un tube en cuivre *c*, *fig. 5*, réuni à un tube de verre *d*, pour recueillir les gaz, de près d'un mètre de longueur, et plongeant dans une cuve à mercure *m*. Sur le milieu du tube en cuivre s'en élève un autre *e* à angle droit, portant un robinet et communiquant avec une machine pneumatique au moyen d'un tuyau de plomb *z*. En faisant le vide dans l'appareil, le mercure ne peut dépasser la hauteur *h* égale à environ 76 centimètres; et en tournant alors le robinet, on ferme toute communication entre l'appareil et la machine pneumatique.

En nous servant de cet appareil, nous avons trouvé que le gaz qui se dégage pendant la distillation du fulminate d'argent avec le sulfate de potasse est composé de deux parties en volume d'acide carbonique et d'une d'azote, et que celui que l'on obtient en distillant le résidu avec l'oxide de cuivre renferme 100 parties du premier de ces gaz et 37,4 du second.

D'après cela, il paraît que le résidu de la distillation du fulminate d'argent doit être du sous-cyanure.

Si l'on considère que l'on peut former des fulminates avec tous les métaux, même avec ceux dont les oxides perdent difficilement leur oxigène, et que ces sels ont beaucoup d'analogie avec les tartrates et avec les hyposulfites, il paraîtra extrêmement probable que les divers fulminates forment un genre de sels particuliers renfermant tous le même acide, composé seulement d'un atome de cyanogène et d'un atome d'oxigène, et qui est sans doute l'acide cyanique.

Nous avons essayé de séparer l'acide fulminique des fulminates, mais nous n'avons pas pu y réussir, car les acides ne décomposent pas ces sels, ou lorsqu'ils les décomposent, l'acide fulminique l'est en même temps.

Avec l'acide hydrochlorique et l'acide hydriodique, il se dégage beaucoup d'acide hydrocyanique, et il se forme des acides particuliers qui ont la propriété de colorer en rouge foncé le perchlorure de fer.

Avec l'acide hydrosulfurique on obtient un acide qui jouit de la même propriété, mais il ne se dégage pas d'acide hydrocyanique; avec l'acide

sulfurique et l'acide oxalique il se produit de l'acide hydrocyanique et de l'ammoniaque.

Nous avons essayé d'évaluer la quantité d'acide hydrocyanique qui se dégage lorsqu'on traite le fulminate d'argent par l'acide hydrochlorique. On a mis, *fig. 6*, un poids connu de fulminate d'argent avec de l'eau dans un flacon à trois tubulures, posé dans un bain-marie, et on a ensuite versé de l'acide hydrochlorique par le tube *f* sur le fulminate. Pour faciliter la volatilisation de l'acide hydrocyanique, on a fait passer dans le liquide un courant de gaz hydrogène fourni par le flacon *a*, dans lequel on entretenait un mélange de zinc et d'acide sulfurique. Le gaz hydrogène traversait un tube *d* contenant des fragments de marbre avec un peu d'eau, et s'échappait ensuite à travers une dissolution de nitrate d'argent contenue dans la cloche à pied *e*. Nous espérons obtenir du cyanure d'argent; mais, à notre grande surprise, il ne s'est fait aucune précipitation, quoique nous nous fussions assurés que la même dissolution d'argent donnait un abondant précipité lorsqu'on y versait de l'acide hydrocyanique.

34. Réactif pour le platine; par M. Silliman. (*Journal de Silliman*, t. VI, p. 376.)

M. Silliman recommande l'acide hydriodique comme le meilleur réactif pour reconnaître le platine en dissolution. Quelques gouttes donnent à une dissolution affaiblie une couleur rouge de vin intense, ou une couleur rouge brune, qui s'avive par le repos. Ce réactif agit d'une manière analogue à celle du protomuriate d'étain, mais il est beaucoup plus sensible.

DES ARMES A VAPEUR;

PAR M. DE MONTGERY. (EXTRAIT par M. BAILLET, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.)

L'AUTEUR annonce, dès l'entrée, que les armes à vapeur (qui ont fixé l'attention publique depuis quelque temps) ne sont pas d'une origine nouvelle; que leur construction est entièrement semblable à celle des fusils à vent, et que l'invention de ceux-ci (attribuée à *Ctesibius*), remonte à un siècle au-delà de notre ère (1).

Origine ancienne des armes à vapeur, des fusils à vent et des machines à vapeur.

Il pense qu'une machine à feu, de même date, décrite par *Héron*, d'Alexandrie, a pu fournir l'idée d'employer la vapeur pour lancer des projectiles (2).

Il ajoute que toutes ces machines, et plusieurs autres, connues des anciens, ont été complètement oubliées, pendant les siècles d'ignorance et de ténèbres qui suivirent la chute de l'Empire romain; que des fusils à vent furent fabriqués de nouveau peu après la renaissance des arts et des sciences (3); mais que les machines à vapeur ne reparurent que vers la fin du 16^e. siècle et au commencement du 17^e. (4).

(1) *Veteres mathematici*, page 263. LAMBECIUS, *Bibliotheca caesarea*, t. VII.

(2) *Spiritualia à Commandino ex graeco nuper in latinum conversa*, pag. 15. Parisiis, 1583.

(3) *Cours de phys. expér. et math.*; par Muscheubroeck.

(4) Voyez *De varietate rerum*, par Cardan; la *Raison des forces mouvantes*, par Salomon de Caus, édit. de 1615 et de 1624; et *Le machine del signor Giov. Branca*. Roma, 1629.

Voyez aussi une *Notice historique sur les machines à*

Après ces préliminaires, l'auteur établit quelques rapprochemens entre la vapeur aqueuse et la poudre à canon, entre les armes à vapeur et les pièces d'artillerie.

Poudre à canon employée pour mouvoir des machines.

Il parle des essais de Hautefeuille, de Papin et de Huyghens pour faire servir la force élastique des gaz enflammés de la poudre à canon à mouvoir des machines.

Effets terribles de la vapeur d'eau.

Il cite les effets terribles produits par la vapeur de l'eau qu'on a renfermée dans des bombes ou dans des canons de fusil, bouchés hermétiquement et exposés au milieu d'un foyer allumé.

Fusils à vapeur proposés par le général Chasseloup, M. Girard et M. Perkins.

Il rappelle que le général Chasseloup a proposé, en 1805, de construire des armes à vapeur et de les employer dans les places fortes, et que, vers 1814, M. Girard construisit, à Paris, des armes de cette espèce, qui lançaient jusqu'à 180 balles par minute.

La machine de guerre de M. Girard était composée de six canons de fusils montés sur un affût de campagne, et qui recevaient la vapeur d'une même chaudière : une trémie pleine de balles était placée au-dessus. Il suffisait de faire mouvoir une manivelle pour introduire en même temps une balle dans chaque canon et la vapeur nécessaire pour la lancer. En tournant lentement cette manivelle, une plus grande quantité de vapeur plus chaude, plus dense et plus élastique, procurait, dans un temps donné, de plus grandes vitesses initiales et de plus grandes portées pour un petit nombre de balles ; mais lorsqu'au contraire on accélérât le mouvement de la mani-

vapeur, par M. Baillet, *Journal des Mines*, mai 1813, t. XXXIII, pag. 326 ; et *Descriptive history of the steam engine* by Robert Stuart, esq. civil engineer. London, 1824.

velle, les vitesses initiales diminueaient, et le nombre des balles projetées dans le même temps devenait plus considérable.

M. de Montgery conclut de tous ces faits que M. Perkins peut aspirer à perfectionner les armes à vapeur, mais qu'il ne doit pas prétendre à en être regardé comme l'inventeur (1).

M. de Montgery examine ensuite si la vapeur peut remplacer la poudre à canon dans un grand nombre de cas ; il remarque que jusqu'à présent la pression de la vapeur dans les machines de ce nom a été poussée au plus jusqu'à 35 ou 40 atmosphères, et que la force élastique des gaz de la poudre enflammée est beaucoup plus considérable. Il cite, à cette occasion, les évaluations différentes qui ont été données par un grand nombre d'auteurs, et parmi lesquelles nous rappellerons seulement :

Forces comparées de la vapeur et de la poudre à canon.

Celle de 100 atmosphères, donnée par Jean Bernoulli ;

Celle de 1,000 donnée par Robins ;

Celle de 5,000, par Amontons ;

Celle de 10,000, par Daniel Bernoulli ;

Celle de 30 à 80,000, par Gayvernon ;

Celle de 43,600, par le général Lamartillière ;

Et celle que le comte de Rumford a trouvée dans ses expériences de Munich, et qu'il n'a pas craint de porter au-delà de 100,000 atmosphères (2).

(1) Voyez un rapport sur les fusils à vapeur et sur les résultats des dernières expériences de M. Perkins, par M. Baillet. (*Bullet. de la Soc. d'Encouragement pour l'industrie nationale*, mai 1824.)

Voyez aussi une lettre du baron Aubert sur les épreuves du fusil à vapeur, même *Bullet.*, juillet, même année.

(2) Voyez les diverses opinions émises sur la nature et la

M. de Montgery explique ces résultats si différens et si étranges par la considération que les expériences d'où ils ont été déduits n'ont pas été faites dans les mêmes armes, ni de la même manière, ni dans les mêmes circonstances; mais, malgré l'incertitude qui peut rester encore sur la véritable force de la poudre, il ne fait aucun doute qu'elle doit exercer une pression incomparablement plus considérable que celle qu'on a obtenue jusqu'ici dans les machines à vapeur. Toutefois il remarque avec raison que si la chaudière avait une certaine grandeur, la vapeur employée à chasser des balles conserverait à-peu-près la même force impulsive dans toute la longueur des canons, et qu'il en est autrement pour une charge de poudre, dont l'action diminue à mesure que les gaz développés s'étendent dans l'âme des pièces: d'où il résulte que l'âme des armes à vapeur doit être beaucoup plus longue que celle des armes à feu, pour lancer les mêmes balles avec une force à-peu-près égale.

Propriétés
des armes à
vapeur.

Notre auteur entre ici dans quelques détails sur les propriétés particulières des armes à vapeur: 1^o. celle de pouvoir servir en campagne sans être traînées par des hommes ou par des chevaux; 2^o. celle d'être employées à la défense des places, dans les batteries casematées, sans y répandre une fumée incommode; 3^o. celle de servir, sur les navires à vapeur, à lancer une grêle

quantité des fluides engendrés par la déflagration de la poudre, par Bracchus, Dulacq, d'Antoni, Ingenhousz, Duhamel, Lombard, Hutton, Boyle, Hauxbée, La Hire, Halles, Papin, Belidor, Euler, Sthaal, Crell, Colman, Cruickshank, Harnstadt, Proust, etc.

de balles contre les assaillans qui oseraient tenter l'abordage.

Il fait remarquer, relativement à la première de ces propriétés, que les voitures à vapeur commencent à se perfectionner; que CUGNOT, qui paraît en avoir fait construire le premier, voulait les employer à la guerre pour le transport des bagages; que sa machine, exécutée en grand, est encore existante dans la salle d'entrée du *Conservatoire des arts et métiers*; que des voitures semblables pourraient être transformées en artillerie de campagne; que la vapeur serait toujours disponible pour le jet des projectiles, aussitôt qu'on ferait arrêter ces voitures, et qu'on sait qu'aucune pièce d'artillerie ne tire tandis qu'elle roule encore.

Enfin M. de Montgery examine la nouvelle proposition faite par M. Perkins de lancer, par le moyen de la vapeur, des fusées d'un volume quelconque, même du poids de plusieurs quintaux. Ces fusées seraient des tubes en tôle forte, remplis d'eau et bouchés par une plaque de métal fusible à une haute température, celle de 1200° Fahrenheit, par exemple: placées dans un foyer, de manière à pouvoir sortir la tête la première, elles s'élanceraient dans l'air aussitôt que le métal entrerait en fusion, poussées par la vapeur, dont la réaction, suivant M. Perkins, serait de 50,000 liv. par pouce carré; mais M. de Montgery observe que cette force (qui équivaut à un peu plus de 3000 atmosphères), est encore bien inférieure à celle de la poudre à canon, même quand on n'admettrait que l'évaluation moyenne, prise parmi toutes celles qu'il a rapportées.

Il convient que, dans une fusée, la poudre est

Chariots à
vapeur.

Fusées
à vapeur.

affaiblie et ne détonne pas , mais que son action se prolonge pendant tout le temps que la pâte met à se consumer ; il pense que l'eau contenue dans les fusées s'échapperait subitement dans l'air, comme par explosion, sur-tout si on parvenait à rendre le gaz aqueux aussi élastique que les gaz enflammés de la poudre.

Si nous avions à émettre une opinion sur cette question, nous dirions qu'il nous semble qu'elle ne pourra être bien décidée que par des expériences directes ; mais nous répéterons avec M. de Montgery « que la proposition de M. Perkins ren- » ferme des aperçus nouveaux, qui fourniront » peut-être un jour d'importantes applications. »

ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES ,

RENDUES PENDANT LE COMMENCEMENT DU QUATRIÈME TRIMESTRE DE 1824.

ORDONNANCE du 13 octobre 1824, portant concession des mines de plomb sulfuré de Crossac, Berné et Douges (Loire-Inférieure).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc. ;

ART. Ier. Il est fait concession au sieur Jacques Martin des mines de plomb sulfuré existant dans les communes de Crossac, Berné et Douges, département de la Loire-Inférieure, sur une étendue superficielle de cent cinquante hectares, y compris la rivière du Pont-Château, laquelle est limitée conformément au plan joint à la présente ordonnance, comme il suit ; savoir,

Mines de
plomb sul-
furé de Cros-
sac, Berné
et Douges.

Au nord, par une ligne droite dirigée du hameau de l'Angle, commune de Berné, maison du sieur Richard, sur celle de la dame veuve Joualland, commune de Crossac, hameau de Liennais ; de là sur le hameau du Gué, maison Bertho, et successivement au hameau de la Guerrivais, maison Desbois.

Au nord-ouest, par une autre ligne partant de la Guerrivais et aboutissant au hameau de la Guenne en Crossac, maison Noyac.

A l'ouest de ce dernier point à la Guenne, commune de Douges, maison Veuze.

Au midi, de la Guenne en Douges, par une ligne droite dirigée sur l'ancien prieuré d'Er.

Enfin, au sud-est, par une autre ligne droite dirigée de l'ancien prieuré d'Er sur le hameau de l'Angle, point de départ.

ART. II. Le concessionnaire se conformera exactement aux clauses et conditions du cahier des charges qu'il a souscrit ; ce cahier des charges demeurera annexé à la présente ordonnance, qui sera affichée et publiée aux frais du concessionnaire, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

ART. VI. Le concessionnaire, avant de construire aucune usine propre au traitement des substances métalliques qui font l'objet de la présente concession, devra obtenir une permission du Gouvernement, dans les formes prescrites par la loi précitée.

Cahier des charges pour la concession de la mine de plomb de Crossac.

(Extrait.)

ART. Ier. Dans les trois mois qui suivront la notification de l'ordonnance de concession, le concessionnaire fera exécuter sur toute l'étendue de cette concession, et notamment dans le voisinage des principaux dépôts de plomb sulfuré déjà connus, des recherches propres à découvrir de nouveaux amas de minerais. Ces fouilles auront lieu à l'aide de la sonde, ou par tranchées à ciel ouvert, selon l'épaisseur du terrain qui renferme les minerais.

ART. II. L'exploitation de ces amas aura lieu de deux manières : (A) par tranchées ouvertes, lorsque l'épaisseur du terrain n'excédera pas six à sept mètres ; (B) par puits et galeries, lorsqu'il sera reconnu, d'après l'épaisseur du terrain, que l'extraction par tranchées cesse d'être praticable avec avantage, et alors selon le mode qui sera prescrit par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines, le concessionnaire ayant été entendu.

ART. III. Dans l'un et l'autre cas, l'exploitation sera

conduite jusqu'à la rencontre du rocher situé au-dessous du terrain plombifère, de manière à ce que les travaux servent à-la-fois, et à extraire tous les minerais contenus dans ce terrain, et à découvrir, s'il y a lieu, des gîtes métallifères dans le terrain inférieur.

ART. IV. Les puits, lorsqu'il sera nécessaire d'y avoir recours, seront solidement boisés, et les galeries de recherches ou d'exploitation solidement étaçonnées, de manière à éviter les éboulemens. Les déblais provenant des fouilles intérieures seront replacés successivement dans les espaces excavés, et lorsque l'épuisement des minerais autour de ces puits sera constaté, et qu'ils auront été reconnus inutiles, le concessionnaire sera tenu de les faire combler.

ART. V. Dans le cas où l'on parviendrait à découvrir, au moyen des recherches par tranchées ouvertes ou par puits, un ou plusieurs filons de plomb dans le terrain inférieur, le préfet, après avoir entendu le concessionnaire, et sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines, déterminera le mode d'exploitation de ces filons par un arrêté, qui deviendra exécutoire pour le concessionnaire, après avoir été approuvé par le Directeur général des mines.

ART. VI. Toutes les modifications qui seront reconnues nécessaires à apporter au mode des travaux prescrit comme il est dit ci-dessus, seront également arrêtées par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines, le concessionnaire ayant été entendu.

ART. VII. En exécution de l'article 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses exploitations qu'à un individu qui justifiera de la capacité nécessaire pour bien conduire les travaux.

Conformément à l'article 25 du décret du 3 janvier 1813, il ne pourra employer en qualité de maître-mineur ou chef d'atelier 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'École des mineurs de Saint-Etienne, ayant achevé leur cours d'études et pourvus d'un brevet du Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Usine à fer
d'Allipont.

ORDONNANCE du 13 octobre 1824, portant que le sieur Charles-Gédéon-Théodore de Vassin-hac d'Imécourt est autorisé à maintenir et tenir en activité l'usine à fer d'Allipont, située sur le ruisseau d'Agron, commune d'Imécourt (Ardennes), et que cette même usine demeurera composée d'un haut-fourneau et d'un bocard à quatre pilons, qui emploient chacun un tournant, sur le même cours d'eau, conformément aux plans qui ont été produits, et dont une expédition restera annexée à la présente ordonnance.

Usine de la
Roche, pour
la fabrication
de l'acier fondu.

ORDONNANCE du 13 octobre 1824, portant que les sieurs Charles et Frédéric Japy sont autorisés à établir dans les dépendances de leur moulin de la Roche, commune de Bart (Doubs), une usine pour la fabrication de l'acier fondu, et qu'ils ne pourront consommer annuellement plus de deux mille cinq cent soixante-dix stères de bois dans cette même usine, qui sera composée, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance : 1^o. de quatre fourneaux de fusion, pour la conversion du fer en acier; 2^o. d'un ordon de martinnet à trois petits marteaux, pour forger et étirer les lingots d'acier; 3^o. d'une cage de laminoir à froid, dont les cylindres n'auront pas plus de huit pouces de diamètre.

ORDONNANCE du 20 octobre 1824, portant que le sieur Astrié Prédigue est autorisé à construire, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, sur une de ses propriétés dite de l'Esquiroulet, commune de Savignac (Ariège), une usine composée d'un martinnet et de deux foyers ou feux, l'un pour le parage du fer, l'autre pour une clouterie; et que l'impétrant pourra, aux termes de sa demande, employer la houille pour combustible, ou le charbon de bois, pourvu qu'il soit acheté dans les coupes du domaine.

Usine à fer
de l'Esqui-
roulet.

ORDONNANCE du 27 octobre 1824, portant autorisation d'ajouter une tréfilerie à l'usine de Scey-la-Ville (Doubs).

Usine de
Scey-la-
Ville.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.;

ART. I^{er}. Les sieurs Mercier frères sont autorisés à ajouter à l'usine qu'ils possèdent sur la rivière de Loue, dans la commune de Scey-la-Ville, département du Doubs, trois nouvelles roues hydrauliques, telles qu'elles sont indiquées dans les rapports des ingénieurs et les plans ci-annexés, et destinées à servir de moteurs à une tréfilerie pour la fabrication du fil de fer.

ART. II. Les recuits de fil de fer ne pourront jamais s'opérer avec du bois. Si par la suite les demandeurs reconnaissent l'impossibilité de faire usage du four placé au-dessus de leur feu d'affinerie, ils auront la faculté de construire un autre four; mais ils ne devront le chauffer qu'avec de la houille.

ART. III. Il ne sera fait aucun changement à la disposition actuelle des cours d'eau, sans une autorisation spéciale du Gouvernement.

Mines de
houille de la
Liquisse.

ORDONNANCE du 4 novembre 1824, portant concession des mines de houille de la Liquisse (Aveyron).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc. ;

ART. I^{er}. Il est fait concession aux sieurs Jean-Pierre-Bazile Valdebouze et Jean-Pierre-Victor Balitrand des mines de houille de la Liquisse, département de l'Aveyron, sur une étendue superficielle de cent dix-neuf hectares soixante ares, limitée suivant le plan joint à la présente ordonnance ; savoir :

A l'est, par le chemin de Nant à Saint-Sauveur, en partant du point A, formé par la jonction dudit chemin avec la ligne qui sépare les communes de Nant et de Cantobre, jusqu'à la rencontre dudit chemin avec celui de la Liquisse-Haute à Boylet, où est le point B.

Au sud, en partant du point B par le chemin de la Liquisse-Haute à Boylet jusqu'au point C, formé par la jonction du chemin de Baylet avec celui de la Liquisse-Haute à Monredon.

A l'ouest, en partant du point C, par le chemin de la Liquisse-Haute à Monredon jusqu'au point D, formé par ledit chemin et la ligne qui sépare les communes de Nant et de Cantobre.

Au nord, en partant du point D jusqu'au point de départ A, par la ligne qui sépare les susdites communes.

ART. III. Les concessionnaires se conformeront exactement aux clauses et conditions du cahier des charges qu'ils ont souscrit. Ce cahier demeurera annexé à la présente ordonnance, qui sera affichée et publiée aux frais des concessionnaires dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Cahier des charges pour la concession des mines de houille de la Liquisse.

(Extrait.)

ART. I^{er}. Le concessionnaire des mines de houille de la Liquisse se conformera, pour ses travaux d'exploitation, aux dispositions suivantes.

ART. II. Immédiatement après que l'ordonnance royale aura été rendue, et que le concessionnaire aura été mis en possession, à la diligence des autorités locales, il se mettra en mesure de régulariser ses travaux d'après le mode ci-après détaillé ; il les suivra constamment, et ne pourra les abandonner, sans cause reconnue légitime par l'administration.

ART. III. Les couches de houille étant toujours horizontales, ou à très-peu près (dans la formation à laquelle appartiennent les mines de la Liquisse), on les attaquera par des puits verticaux qu'on foncera jusqu'à la houille. Le nombre et les dimensions de ces puits, ainsi que leur situation, seront réglés par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines ; ces puits seront boisés dans les parties peu solides, d'après le mode qui sera indiqué par l'ingénieur : le service des puits pourra continuer à être fait, comme il l'a été jusqu'à ce jour, par des treuils à roue garnies de chevilles, solidement établis sur l'orifice des puits. Ces treuils serviront à élever des benues de dimensions convenables.

ART. IV. Dans le cas où la configuration du sol extérieur mettrait à découvert, par sa tranche, la couche de houille, on devra l'attaquer directement par galeries venant du jour, prises au plus bas niveau possible, et n'ayant que la pente nécessaire pour l'écoulement des eaux. Le nombre de ces galeries, leur situation et leurs dimensions, seront réglés par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

ART. V. L'exploitation de la houille aura lieu de la manière suivante : on tracera dans la houille, sur toute la hauteur de la couche, un système de galeries, les unes d'al-

longement, les autres transversales, qui se couperont entre elles à angles droits, de manière à laisser dans toute l'étendue des travaux des piliers également espacés pour soutenir le toit. Les dimensions des galeries et des piliers seront, ainsi que les moyens de soutènement, réglés par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, d'après le degré de solidité des parois.

L'enlèvement des piliers n'aura lieu que lorsqu'il ne pourra nuire à la poursuite des travaux; il se fera à partir de l'extrémité des ouvrages et en revenant vers les orifices débouchant au jour. On remblaira, autant que possible, les excavations avant de les abandonner; dans tous les cas, le champ d'exploitation ne sera abandonné qu'après son entier épuisement.

ART. VI. L'épuisement des eaux s'opérera: 1°. dans le cas de l'attaque par galeries venant du jour, au moyen de ces galeries elles-mêmes, en leur donnant la pente nécessaire; 2°. dans le cas de l'attaque par puits, au moyen des treuils servant à l'extraction.

ART. VII. Dès qu'un champ d'exploitation sera près d'être épuisé, il en sera préparé un nouveau de la même manière qu'il a été dit ci-dessus.

Le concessionnaire ne pourra abandonner un champ d'exploitation sans en avoir donné connaissance au préfet par pétition régulière, au moins trois mois à l'avance, pour que l'administration ait le temps de prendre les mesures prescrites par les articles 8 et 9 du décret du 3 janvier 1813.

ART. VIII. Si par la suite on vient à reconnaître que le mode d'exploitation doit recevoir des modifications ou être changé totalement, il y sera pourvu par l'administration des mines, sur l'avis du préfet et le rapport des ingénieurs des mines.

ORDONNANCE du 24 novembre 1824, portant autorisation d'établir deux lavoirs à bras, pour le minerai de fer, dans la commune d'Autrey (Haute-Saône).

Lavoirs
d'Autrey:

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1^{er}. Le sieur Jean-Baptiste-Joseph Accarier est autorisé à établir deux lavoirs à bras, pour le lavage du minerai de fer, dans la commune d'Autrey (Haute-Saône), au lieu dit la Rente du Bois, conformément au plan annexé à la présente ordonnance.

ART. II. Le lavage du minerai s'opérera au moyen des eaux du ravin qui passent sur sa propriété, et il ne pourra être fait aucune retenue d'eau.

ART. III. Le sieur Accarier sera tenu d'établir un bassin destiné à épurer les eaux provenant du lavage des minerais.

Ce bassin sera placé à cent mètres en aval des lavoirs, et aura cinq mètres de largeur sur soixante de longueur. Le fond sera horizontal, et à un mètre trente centimètres en contre-bas du déversoir par lequel l'eau sera rendue à son cours naturel. Le niveau du déversoir sera déterminé par un seuil en bois placé horizontalement, et invariablement fixé.

Le canal par lequel l'eau entrera dans le bassin sera disposé de manière que l'eau y arrive dans une direction perpendiculaire à celle qu'elle devra prendre à sa sortie.

ART. IV. L'impétrant sera tenu de curer à fond le bassin lorsque le dépôt des boues s'y élèvera à trois décimètres et demi du niveau du seuil du déversoir.

ART. V. Il ne pourra être fait usage de ces lavoirs qu'après que la reconnaissance en aura été faite par l'ingénieur des mines, qui constatera, par un procès-verbal, que toutes les conditions imposées ont été remplies.

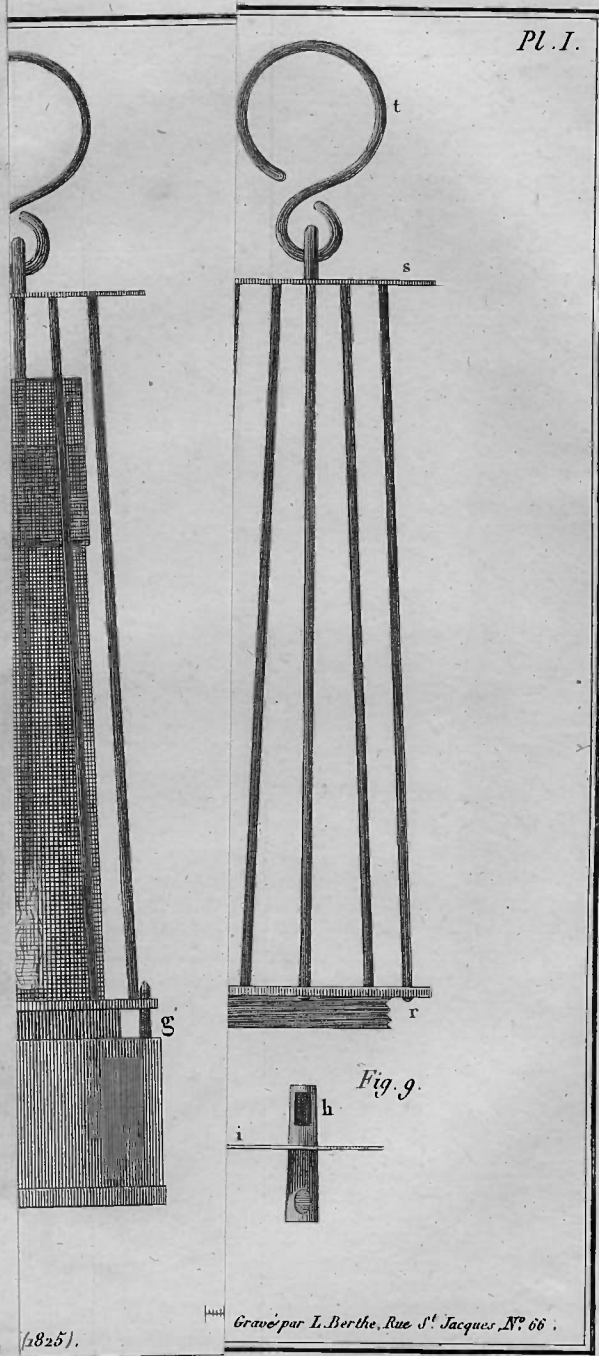
Usine de
Niederbruck
pour
le laiton et le
zinc.

ORDONNANCE du 24 novembre 1824, portant que les sieurs Witz, Steffan, Oswald, frères et compagnie, propriétaires de la cuivrie de Niederbruck (Haut-Rhin), sont autorisés à convertir la scierie qu'ils possèdent en aval de cette cuivrie, sur le cours de la Dollera, en une usine pour ouvrer le laiton et le zinc, composée d'un four, d'un martinet et d'un laminoir, conformément aux plans de masse et de détails, joints à la présente ordonnance, et à disposer les coursiers de leur bâtiment comme ils le jugeront convenable pour le service de leur nouvelle usine.

Usine de
Bazoilles.

ORDONNANCE du 24 novembre 1824, portant que le sieur Pierre Simon, comte d'Alsace, est autorisé à conserver et tenir en activité le haut-fourneau, les deux feux d'affinerie, avec le gros marteau et le bocard qui composent l'usine de Bazoilles (Vosges), et qu'il est également autorisé à ajouter à cette usine un feu de chauffe, avec deux martinets; le tout conformément aux plans joints à la présente ordonnance.

(La suite à la prochaine livraison.)



Lampes
de
sûreté.

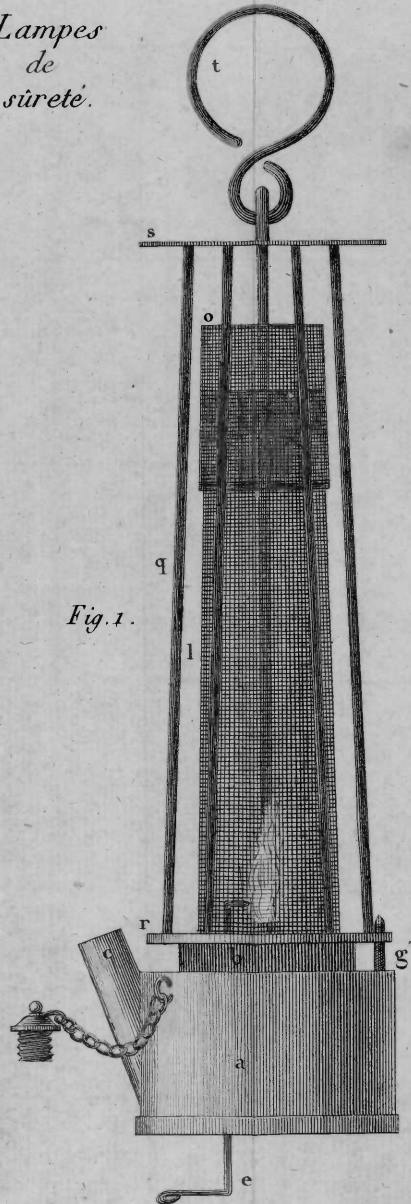


Fig. 1.

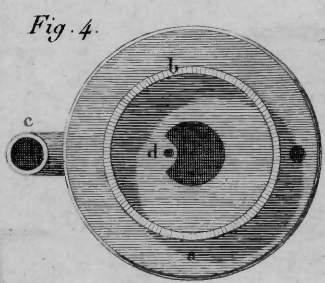


Fig. 4.

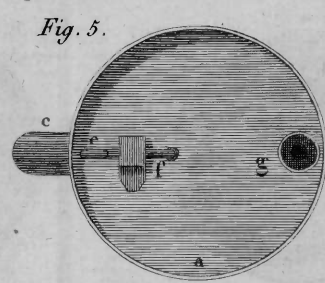


Fig. 5.

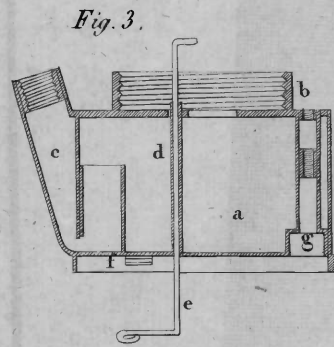


Fig. 3.

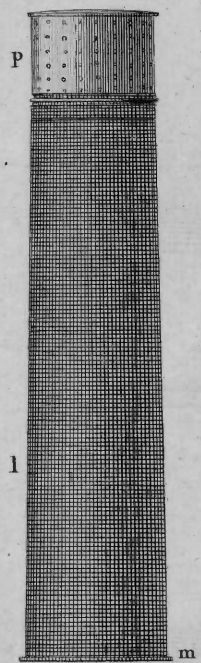


Fig. 6.

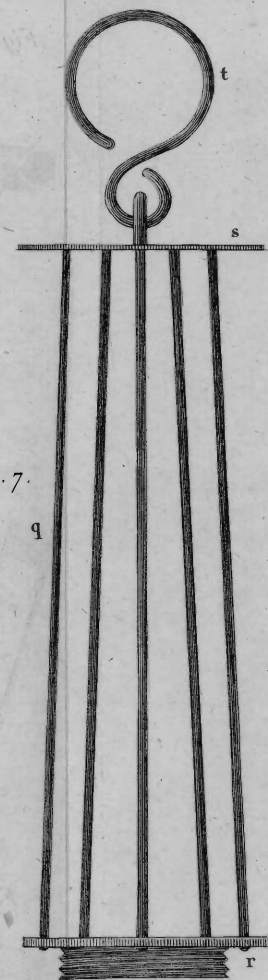


Fig. 7.

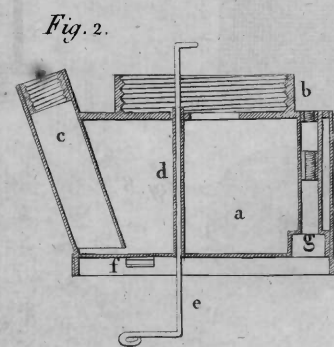


Fig. 2.

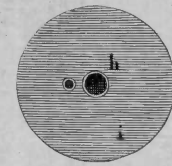


Fig. 8.

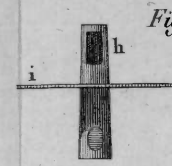
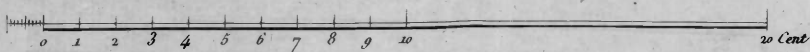


Fig. 9.



Lampes de sûreté.

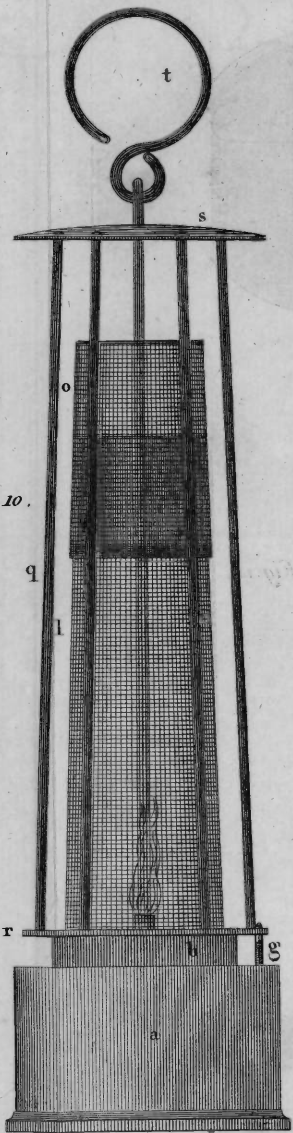


Fig. 10.

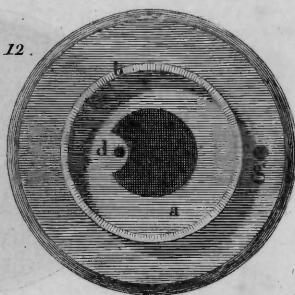


Fig. 12.

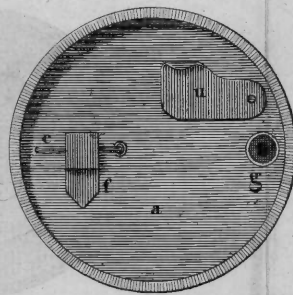


Fig. 13.



Fig. 21.

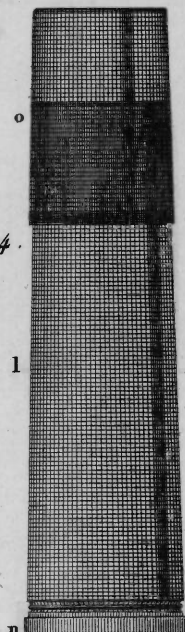


Fig. 14.

Fig. 15.

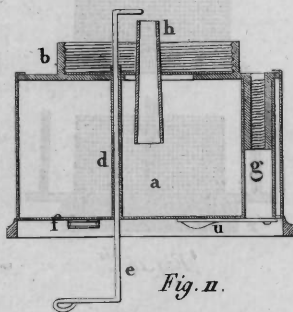
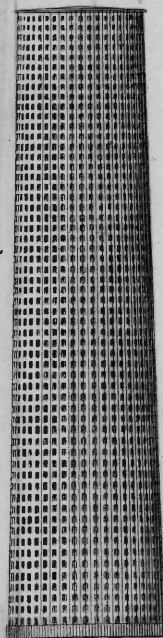


Fig. 11.

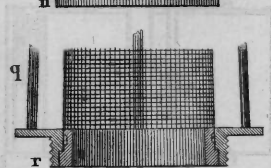


Fig. 14 bis



Fig. 16.

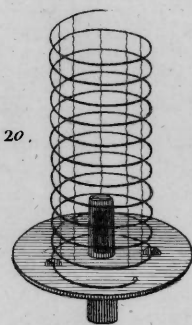


Fig. 20.

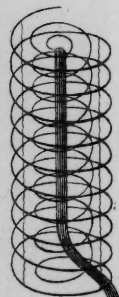


Fig. 19.

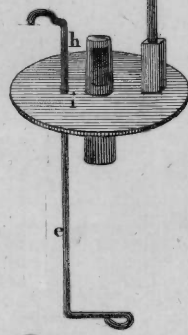
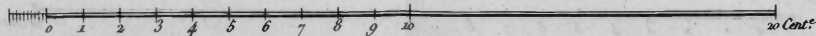


Fig. 18.

Fig. 17.



Appareils respiratoires.

Fig. 8.

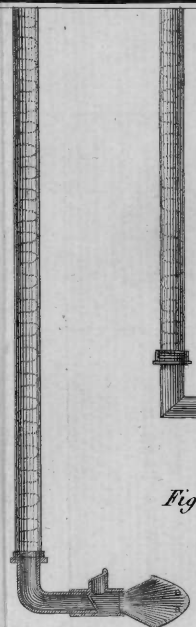


Fig. 1.

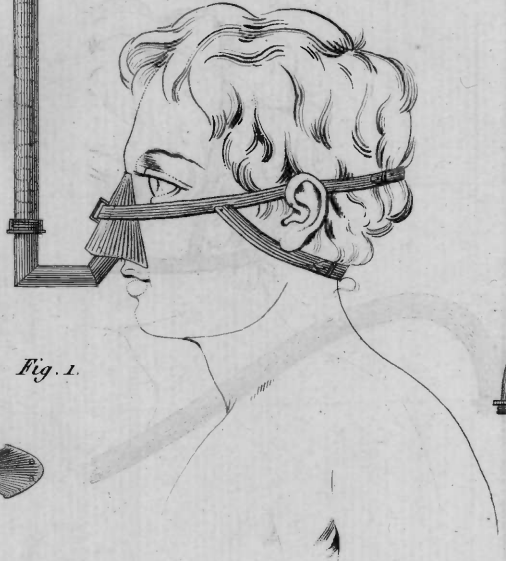


Fig. 5.

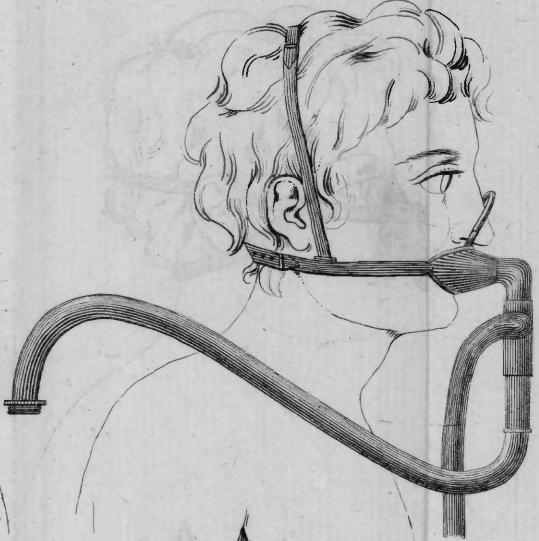


Fig. 7.



Fig. 2.

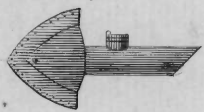


Fig. 6. b.

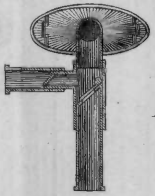


Fig. 6. a.



Fig. 4.

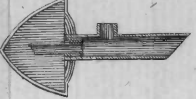


Fig. 3.

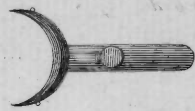


Fig. 6. d.

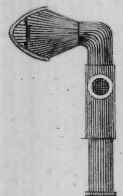
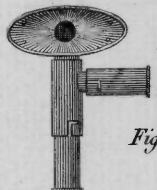


Fig. 6. c.



Siphons en verre de M^r Buntzen.

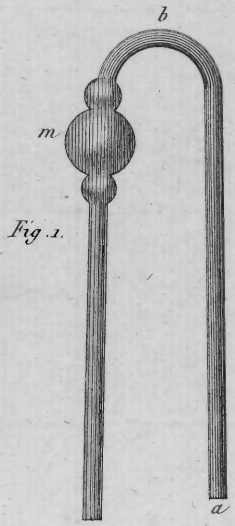


Fig. 1.

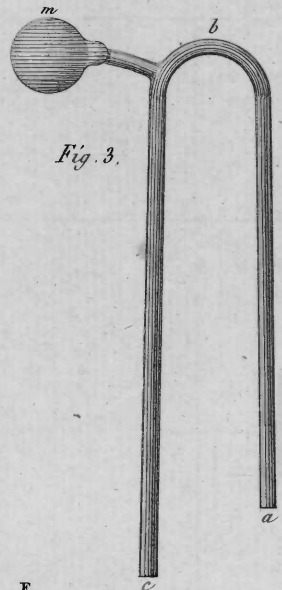


Fig. 3.

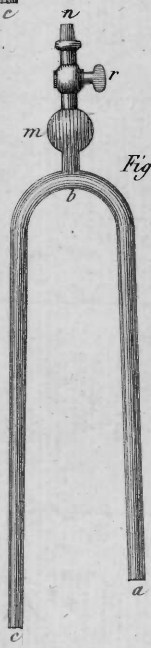


Fig. 2.

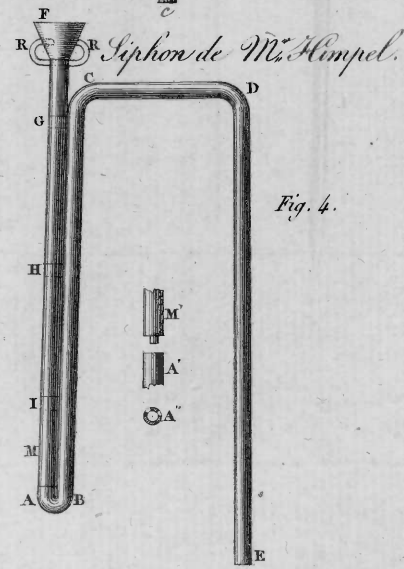
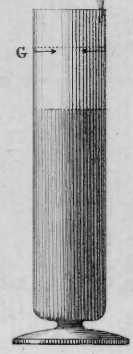
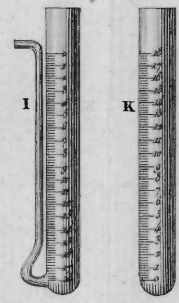
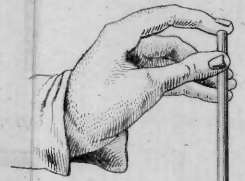
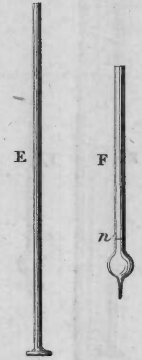
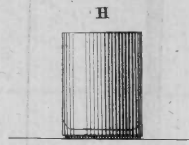
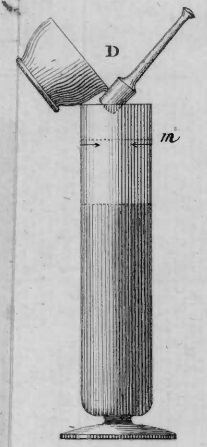
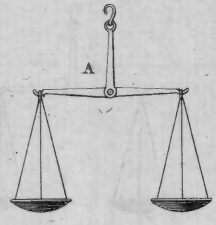
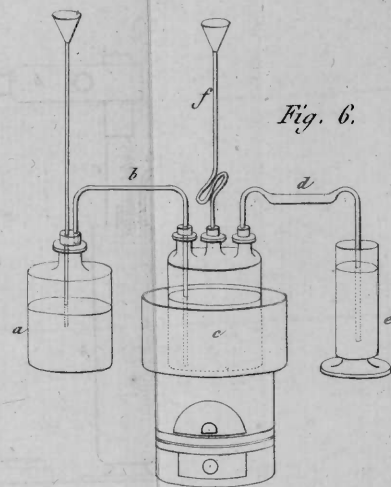
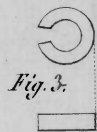
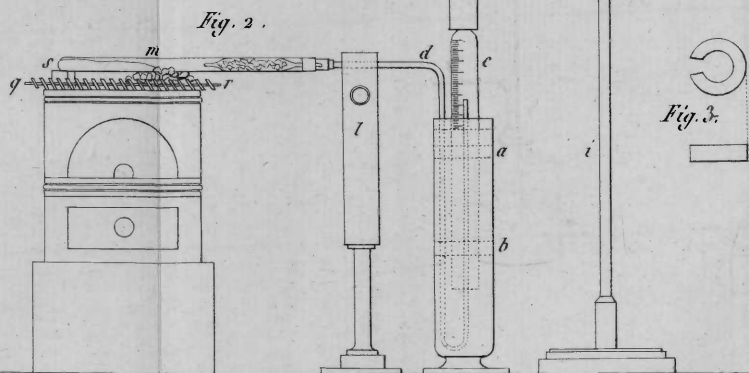
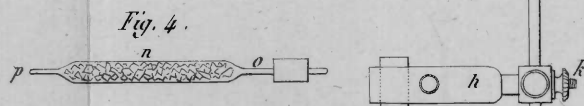
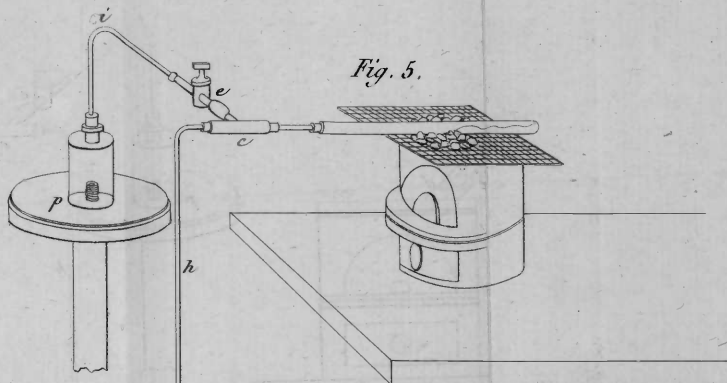
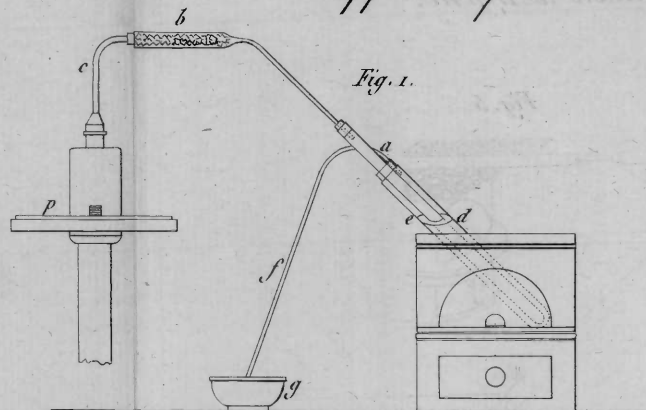


Fig. 4.

Chloromètre.



Appareils pour l'Analyse du Fulminate d'Argent.



NOTICE GÉOGNOSTIQUE

SUR QUELQUES PARTIES DE LA BOURGOGNE ;

Par M. DE BONNARD, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

Lue à l'Académie royale des Sciences, les 20 septembre et 11 octobre 1824.

INTRODUCTION.

UN groupe considérable de montagnes primordiales, peu élevées et en général granitiques, constitue, dans l'intérieur et un peu au sud du centre de la France, le Limousin, la Marche, l'Auvergne, ainsi qu'une portion du Lyonnais, du Bourbonnais, du Nivernais, et de la région méridionale de la Bourgogne. Des terrains analogues aux terrains calcaires du Jura paraissent former, autour de ce grand plateau granitique, une ceinture peu ou point interrompue, ceinture dont la continuité est surtout remarquable à l'est, au nord et à l'ouest du groupe primordial, et dont la superposition au granite semble souvent à-peu-près immédiate; c'est-à-dire que sur la ligne de jonction des deux genres de terrains, on ne reconnaît que rarement les indices des terrains schisteux et psammitiques, des calcaires dits *de transition*, de la formation houillère, des grès rouges anciens, et des anciens calcaires secondaires, qui, dans l'ordre général des

Groupe granitique du centre de la France.

Est entouré de calcaires jurassiques.

Tome X, 2^e. livr.



formations minérales, sont placés entre les plus anciens terrains cristallins et les terrains jurassiques.

Le Morvan, promontoire primordial. Les montagnes du *Morvan*, situées sur les confins du Nivernais et de la Bourgogne, à l'extrémité nord-est du groupe granitique, forment une espèce de promontoire primordial, qui s'avance vers le nord de plus de 25 lieues, au milieu des terrains secondaires.

A l'extrémité, ou à la pointe septentrionale du promontoire, est placée la ville d'Avalon, et à cette extrémité le terrain granitique n'a plus qu'environ 2 lieues de largeur; mais du côté de l'est, le granite reparait, de distance en distance, en petits rameaux ou en buttes isolées peu considérables, ou dans le fond des vallées qui sillonnent le sol calcaire, jusqu'à 6 lieues en deçà de Dijon, c'est-à-dire à 18 lieues de distance de la pointe nord de la chaîne.

Son versant oriental. Autour de cette pointe, et sur le versant oriental du Morvan, le calcaire forme, aux approches du sol primordial, des plaines ou des plateaux bas assez unis; un peu plus loin, il constitue au contraire des montagnes de 2 à 3 cents mètres d'élévation.

Calcaire des plaines du pied du Morvan. Dans les plaines, on observe toujours un calcaire gris noirâtre ou bleuâtre, nommé *Pierre bise* dans le pays, et contenant beaucoup de *gryphées arquées*, non épineuses. Ces plaines, désignées improprement en Bourgogne sous le nom de *vallées*, sont ordinairement sillonnées par plusieurs petites rivières ou ruisseaux, qui non-seulement mettent à découvert le granite situé sous le calcaire, mais dont le lit est même plus ou moins creusé dans le sol granitique. Sur les pentes de

ces petites vallées, on reconnaît souvent les traces d'un terrain intermédiaire au granite et au calcaire, mais qui n'a guère que quelques mètres d'épaisseur, et dont les tranches sont très-fréquemment cachées par des éboulemens, ou par le sol végétal.

Les sommités qui s'élèvent sur les plateaux calcaires, quelquefois très-près du terrain granitique, mais plus souvent à quelque distance seulement du Morvan, et qui se rattachent à la haute contrée désignée par Buffon sous le nom de *montagne de Langres*, sont formées de marnes et de calcaires marneux divers très-coquilliers; de calcaire sublamellaire, composé presque entièrement de débris d'entroques; de calcaire compacte blanchâtre, à cassure inégale ou terreuse; de calcaires oolithiques, enfin de calcaire compacte à grain serré, à cassure unie ou conchoïde, c'est-à-dire de la plupart des terrains moyens et supérieurs de la chaîne du Jura; mais on n'y retrouve nulle part les couches grises ou bleues-noirâtres, remplies de gryphées arquées, qui forment le sol de tous les plateaux bas situés près de la chaîne primordiale.

Plus on avance vers l'est, à partir de la pointe du Morvan, plus les terrains de marnes et de calcaires blancs prennent d'accroissement à la surface du sol, proportionnellement au terrain de calcaire à gryphées: il en est bientôt de même des calcaires blancs relativement aux marnes. Près des derniers mamelons granitiques, qui apparaissent non loin de Somberton, le calcaire à gryphées se présente encore, mais il ne forme plus qu'une ceinture de peu d'épaisseur autour du granite; les marnes entourent aussi le calcaire à gryphées, mais elles disparaissent presque aus-

Calcaire des montagnes de l'Auxois.

sitôt, et les calcaires blancs semblent constituer enfin d'une manière uniforme le sol de toute la contrée.

Il en est de même, et beaucoup plus rapidement, quand on s'avance vers l'ouest ou vers le nord, à partir de l'extrémité du promontoire granitique.

Objet de ce
mémoire.

L'étude des terrains intermédiaires au granite et au calcaire à gryphées, et celle des différens terrains calcaires, depuis celui-ci jusqu'au calcaire blanc, formeront deux parties de ce mémoire. L'une et l'autre seront précédées de quelques observations sur les terrains du Morvan lui-même, et principalement de sa pointe septentrionale.

Opinions
diverses
relatives aux
calcaires du
Jura.

Depuis quelques années, les différens terrains qui composent les formations dites *du Jura* ont été l'objet de l'examen d'un assez grand nombre de géologues. Les travaux de MM. Mérian, Charbaut, Voltz, Boué et autres, ont fait connaître beaucoup de faits intéressans qui ont rectifié, en plusieurs points, nos anciennes idées sur les relations géognostiques des formations du Jura avec les formations secondaires, décrites et classées depuis long-temps en Allemagne. C'est ainsi que notre *calcaire à gryphées*, qui d'abord avait été regardé par des géologues dont le nom fait autorité comme constituant la formation *supérieure* des terrains jurassiques, et que d'autres personnes avaient cru analogue au *gryphitenkalk* des géologues allemands, est bien reconnu aujourd'hui comme constituant le terrain *inférieur* du Jura, et comme étant pourtant beaucoup moins ancien que le *calcaire à gryphites* (1) du centre de l'Allemagne.

(1) Il paraît que la coquille de l'ancien calcaire secondaire

Il reste cependant encore bien des doutes sur la classification des terrains jurassiques, et ce même *calcaire à gryphées*, qui en forme l'assise la plus ancienne, est placé par beaucoup de géologues au-dessus du *muschelkalk* de la Thuringe, et du *quadersandstein* ou troisième grès des terrains secondaires; tandis que d'autres autorités d'un grand poids le classent comme antérieur à l'une de ces formations, ou même à toutes deux.

Je n'espère pas que les observations dont je présenterai l'aperçu contribuent efficacement à décider cette question. L'étude d'une superposition brusque, et dans laquelle il manque beaucoup de terrains intermédiaires, ne peut fournir à cet égard les documens nécessaires; mais les terrains calcaires de la Bourgogne paraissant bien être la continuation des terrains jurassiques, il peut être intéressant d'en indiquer la série, dans laquelle les divers membres des formations ont pris des développemens différens de ceux de la série des couches du Jura, et de poursuivre cette série jusqu'à un terrain inférieur, qui n'a été observé, à ma connaissance, par aucun des géologues qui ont décrit le Jura. Feu M. Leschevin, seul, a déjà traité ce sujet, dans un mémoire instructif, relatif au choix du point de partage du canal de Bourgogne, qui est imprimé dans le n^o. 193 du *Journal des mines*; mais le travail de M. Leschevin ne renferme, sous le point de vue géologique, que des renseigne-

de l'Allemagne, qui avait d'abord été désignée sous le nom de *gryphite*, est reconnue aujourd'hui par les géologues allemands pour un *productus*.

mens fort incomplets, et les résultats auxquels mes observations m'ont amené différent d'ailleurs, à plusieurs égards, de ceux qui y sont indiqués.

Insuffisance
des données
recueillies.

Pendant mes observations sont aussi très-loin d'être complètes : le peu de temps que j'ai pu y consacrer pendant deux voyages, en 1821 et 1822, ne m'a pas permis de les étendre davantage, et je n'ai pu depuis, dans une traversée rapide du Nivernais, que reconnaître l'indication de faits analogues sur la pente occidentale du Morvan : elles embrassent donc presque uniquement l'extrémité septentrionale et la pente orientale du promontoire granitique. Et d'ailleurs, dans cette contrée, où la disposition des vallées semble offrir tant de chances favorables aux observations de superpositions géognostiques, on n'aperçoit presque jamais d'une manière précise les points de jonction des différens terrains : il semble que, lors du passage d'un dépôt à un autre, il se soit toujours formé des couches moins solides que celles de l'un et l'autre dépôt, et qui, se désagrégant plus facilement par suite des influences atmosphériques, cachent au géologue ce qui fait l'objet principal de ses recherches. Cette circonstance, qu'on peut remarquer presque par-tout, est sur-tout frappante lorsque, comme dans la contrée qui fait l'objet de mon travail, on s'attend, à chaque instant, à pouvoir faire une observation directe de superposition, qui vous échappe sans cesse. Assez souvent cependant, la disposition des portions de masses minérales qui se montrent au jour permet de conclure d'une manière à-peu-près certains leurs rapports de gisement ; mais il est extrême-

ment rare d'apercevoir la ligne de contact de deux terrains.

Un autre motif contribue à rendre incomplet l'énoncé des observations que j'ai recueillies, c'est qu'elles portent presque exclusivement sur les couches solides des diverses formations, et que les couches friables qui en constituent une partie seront peu citées et avec peu de détail. Ce défaut, qui est presque général dans les descriptions géognostiques, quoique souvent les auteurs négligent d'en prévenir, devient à-peu-près inévitable pour celles qui ne sont fondées que sur des voyages, et non sur un séjour constant ou prolongé dans une localité. On ne peut guère, dans ce cas, faire connaître avec détail que les roches qu'on a pu recueillir, et ce ne sont que les roches solides : aussi ne doit-on pas croire alors que l'on fait des *descriptions*, mais seulement qu'on indique des *points de repère* pour les diverses formations, au moyen des caractères que fournissent, pour chacune d'elles, les couches solides qu'elles renferment.

Quoi qu'il en soit, le peu de faits nouveaux que j'ai été dans le cas d'observer me paraît offrir quelque intérêt.

Mes observations ont été faites principalement :

- 1^o. Aux environs d'Avalon ;
- 2^o. Entre Avalon et Vitteaux, en passant soit par Semur, soit par Rouvray ;
- 3^o. Aux environs des villages de Clamerey, Braux, Vic-sous-Thil, Thoste, Montigny, etc. Dans cette partie de mes recherches, les connaissances de localité et l'amicale coopération de M. de Champeaux, ingénieur en chef des mines, qui a bien voulu m'accompagner dans mes courses, m'ont été d'un grand secours.

Localités
étudiées
dans ce
mémoire.

4^o. Dans une tournée, faite également avec M. de Champeaux, de Vitteaux à Mémont, Remilly, Sombernon, Arnay-le-Duc, Igornay, Autun, Saulieu et Maison-Neuve.

Toutes les localités que j'ai visitées sont comprises dans les quatre feuilles n^{os}. 48, 49, 83 et 84 de la carte de l'Académie.

Les croquis figurés sur les planches VI et VII indiquent les coupes de plusieurs des localités étudiées : la figure première présente une coupe générale de la pointe septentrionale du Morvan, ainsi que des plaines et des montagnes calcaires de l'Auxois.

PREMIÈRE PARTIE.

Le Morvan : quelques détails sur sa pointe septentrionale.

Désignation
du Morvan.

Les dénominations de contrées sont souvent appliquées dans des acceptions très-diverses, d'après la diversité des points de vue sous lesquels elles sont considérées par les personnes qui les emploient; mais souvent aussi l'acception populaire se trouve, plus que toutes les autres, en rapport avec la géographie physique : c'est ce qui a lieu relativement au *Morvan*. On varie beaucoup, dans le pays même, sur les limites qu'on lui assigne; mais le peuple désigne en général sous ce nom la contrée montagneuse des confins du Nivernais et de la Bourgogne, dans laquelle on ne cultive que peu ou point de froment; ce qui répond à-peu-près exactement à la contrée dont le sol est formé de roches cristallines dites primordiales. La contrée calcaire, située au pied, à l'est et au nord-est du *Morvan*, constitue l'*Auxois*.

Observa-

Je ne veux point décrire le Morvan, j'ai à peine

parcouru sur quelques points sa partie orientale, je dirai seulement, relativement à sa constitution générale, qu'en pénétrant dans son intérieur, à la latitude d'Autun, on y observe beaucoup moins de granite que de porphyres, et de roches à structure *glanduleuse* ou *variolitique* : celles-ci paraissent quelquefois passer insensiblement à la structure *arénacée*, ainsi que je l'ai remarqué, par exemple, dans la vallée de la *Vesvre*, où une petite formation houillère, qui semble être le produit d'un de ces passages, rappelle, au premier aspect des roches (1) qui la constituent, la formation d'anhracite de Schoenefeld, en Saxe, quoique la houille, au moins celle de l'affleurement de la couche, n'y ressemble pas à l'anhracite saxon. Les roches porphyriques très-variées, à pâte rose, grise ou verdâtre, qui passent aussi aux roches précédentes, et qui constituent tout le sol de la partie supérieure de la vallée de la *Vesvre*, paraissent renfermer des couches ou bancs subordonnés de schiste argileux, d'autres couches subordonnées de roches quarzeuses verdâtres, et de nombreux gîtes de quartz blanc, dont les crêtes sont saillantes sur le sommet des montagnes, et dont les débris couvrent les pentes porphyriques en blocs volumineux et abondans.

En avançant vers le nord, on retrouve le granite près de Pierre-Écrite et de Saulieu; on trouve souvent aussi des roches qui semblent former le passage du granite au porphyre. Quelquefois un granite, à feldspath blanc et à mica brun, présente des nodules ou rognons, de forme arron-

tions sur sa
constitution
générale.

(1) Plusieurs de ces roches sont tout-à-fait analogues aux roches amygdaloïdes du terrain houiller de Ligny (Calvados).

die et de couleur noirâtre, qui ressemblent, au premier aspect, à des fragmens roulés, mais qu'un examen attentif fait bientôt reconnaître pour de petits amas contemporains à la roche principale, de même nature qu'elle, mais ayant un grain plus fin et contenant une plus grande proportion de mica.

Sur le sommet des montagnes, près de Pierre-Écrite, c'est-à-dire dans la partie la plus élevée que traverse la route d'Autun, le granite est recouvert par un grès ou psammite quarzeux peu dur, disposé en couches horizontales. On retrouve un psammite semblable, disposé de même, près du village de Montlay, où la route de Saulieu à Semur commence à descendre vers le nord-est : en descendant davantage, on voit le granite et le psammite s'enfoncer sous les formations calcaires qui les recouvrent au pied des montagnes, et que j'examinerai plus tard.

Pointe septentrionale du Morvan.
Granite.

Dans toute sa pointe septentrionale, le Morvan paraît entièrement composé de granite, et cette roche semble constituer, seule, les montagnes situées au sud d'Avalon, montagnes dont les sommets, planes ou légèrement arrondies, sont couvertes de bois, et qui ne présentent guère de rochers saillans que sur les pentes très-escarpées des vallées étroites et profondes qui les séparent; mais si l'on approche tout-à-fait de l'extrémité du promontoire, on voit, en beaucoup d'endroits, à la surface des plateaux ou sommets granitiques, des roches quarzeuses, d'une nature particulière, dont la superposition au granite demande à être décrite avec quelque détail.

Indiquons d'abord la nature du granite des environs d'Avalon : il est en général formé de

feldspath rosé, de quartz gris, et de mica brun ou argenté; son grain est moyen ou fin. Quelquefois le feldspath est d'un blanc grisâtre; quelquefois il se présente en cristaux hémitropes translucides, assez volumineux et d'un éclat nacré. Dans les parties un peu altérées, le mica est souvent vert, et prend alors une apparence talqueuse. Je n'ai pas reconnu dans cette roche de substances accidentellement mélangées.

Assez souvent, à la surface du sol granitique, la roche se montre entièrement désagrégée et à l'état sableux; on la désigne alors sous le nom d'*arène*, et on l'exploite pour l'employer à tous les usages du sable. Dans un grand nombre de localités, on ne sait si l'on doit regarder cette *arène* comme un granite altéré par les influences atmosphériques, ou comme une roche vraiment arénacée; mais en plusieurs endroits on peut observer des passages du granite à l'*arène*.

Arène, à la surface du granite.

C'est superposée à cette arène, ou, quand elle manque, superposée immédiatement au granite dur, que j'ai observé, sur les dernières montagnes du Morvan, et toujours à peu de distance du commencement des terrains secondaires, une formation particulière, composée principalement : 1°. de roches granitoïdes, renfermant tous les élémens du granite, mais dans lesquelles le feldspath est terreux et blanc, le mica est vert et tout-à-fait talqueux, et le quartz paraît quelquefois en grains un peu arrondis; 2°. de roches grises, brunes ou jaunâtres, quelquefois d'un jaune ou d'un gris presque blanchâtre, qui paraissent renfermer aussi tous les élémens du granite, intimement mélangés ensemble, de manière à présenter fréquemment un aspect presque homogène, mais

Roches superposées au granite.

cristallin et dur, et où les parties quarzeuses sont souvent assez prédominantes pour donner à la roche l'aspect d'un *quartzite* grenu, ou même d'un *silex corné* renfermant quelquefois de nombreuses veinules presque *calcédonieuses*. Des cristaux de *feldspath* blancs et terreux, ou lamelleux et éclatans, se montrent souvent aussi dans cette pâte, et font prendre alors à la roche une structure *porphyroïde*; quelquefois ils semblent se fondre insensiblement dans la masse principale; on y voit aussi des lamelles de mica. Ces roches renferment, en outre, presque constamment du *spath pesant laminaire* ou radié, blanc ou rosé, souvent aussi du *spath fluor* en veinules ou géodes, ou abondamment disséminé dans la masse, ainsi que de petites géodes de *quartz*, des monches, des veinules ou des cristaux cubiques isolés de *galène*, et quelquefois des points ferrugineux.

L'abondance et la constance du *spath pesant* sont sur-tout tellement remarquables, que souvent cette substance et le *quartz* semblent former les élémens caractéristiques principaux de la roche. Leur disposition mutuelle est très-variée : tantôt le *quartz* ou le *silex corné* constitue une pâte, dans laquelle se montrent seulement quelques indices de *baryte sulfatée*; tantôt celle-ci au contraire est dominante; tantôt les deux substances forment des lits alternatifs, ou semblent se pénétrer mutuellement pour produire une seule masse d'apparence homogène, mais qui, à la loupe, manifeste la texture grenue.

Ailleurs, la roche, assez tendre, paraît presque entièrement formée de *spath fluor* et de *quartz*; ailleurs, elle présente une pâte jaunâtre ou bru-

nâtre, celluleuse et comme cariée, renfermant des cristaux de *feldspath* et de *quartz* très-altérés, et des noyaux de roche granitoïde à peine reconnaissables et comme fondus dans la pâte. Quelquefois une pâte d'un rouge brunâtre renferme des cristaux ou fragmens *feldspathiques* de couleur tranchée, ainsi que du *spath pesant* et des fragmens de *granite*. Quelquefois l'une ou l'autre des variétés ci-dessus indiquées, et qui présentent en général un aspect cristallin, semble passer, par des nuances insensibles, à une structure *arénacée*; quelquefois des grains arrondis se montrent seulement dans une couche mince qui alterne avec les couches les plus cristallines; quelquefois enfin l'aspect de blocs, épars à la surface du sol, de roche *quarzeuse* paraissant bien *arénacée*, renfermant du *spath pesant*, mais renfermant aussi des empreintes de coquilles, semble pouvoir conduire à cette conclusion, que l'altération atmosphérique, qui donne à cette roche l'aspect d'un grès, ne fait que mettre à découvert sa véritable structure, ainsi que les fossiles qu'elle renferme, cette structure et ces fossiles étant méconnaissables ou invisibles dans la roche non altérée.

La description qui précède, et que je reconnois être bien incomplète, peut suffire pour faire penser qu'il est difficile de déterminer ces roches comme constituant une ou plusieurs espèces minéralogiques. Je dois prévenir cependant que je ne parle en ce moment que des variétés qu'elles présentent dans le *Morvan* même, c'est-à-dire sur les montagnes où les roches cristallines forment encore la surface du sol; mais que dans les plateaux ou plaines du pied du *Morvan*, où le

granite est recouvert par des terrains calcaires, la chaux carbonatée devient aussi partie constituante des roches en question, et que cette nouvelle combinaison leur fait prendre encore de nouveaux aspects. Obligé, dans le cours de ce mémoire, de reparler souvent des mêmes roches, il me devient pourtant nécessaire de les désigner par un nom particulier : conduit par mes observations à les regarder, malgré l'aspect tout-à fait cristallin qu'elles présentent fréquemment, comme appartenant à une formation arénacée, j'emploierai le nom d'*arkose*, qui a été proposé par M. Brongniart pour des psammites quarzeux et feldspathiques, mais en donnant ici à ce nom une acception purement géognostique, ne croyant pas qu'on puisse considérer comme une espèce de roche un mélange aussi varié. Je suis même persuadé que plusieurs variétés doivent appartenir à l'espèce *mimophyre* du même auteur, d'autres à l'espèce que j'ai désignée sous le nom de *quartzite* (1), et que d'autres, considérées sous le point de vue minéralogique, pourraient constituer des espèces non encore déterminées.

L'*arkose* du Morvan est toujours, ainsi que je l'ai dit, immédiatement superposé au granite, ou à l'*arène* qui recouvre le granite. Dans les escarpemens dont ses variétés dures constituent comme le chapeau, ce chapeau présente quelquefois une corniche saillante sur la base qui la supporte, celle-ci ayant moins résisté aux altérations atmosphériques que la roche supérieure. On observe cette circonstance, par exemple, sur la rive droite du Cousin, peu au-dessous du vil-

(1) *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, 2^e édition, tome XXIX, page 357.

lage de Pont-Aubert, à une lieue à l'ouest d'Avallon (1). Les rochers qui bordent la rivière sont granitiques à leur pied ; à une certaine hauteur, le granite paraît altéré et pénétré d'une substance d'un vert clair, d'apparence talqueuse ; un peu plus haut, on observe sur les mêmes escarpemens une roche d'apparence demi-arénacée, qui est également pénétrée de substance verte, et où les deux textures et les deux roches sont comme fondues l'une dans l'autre ; l'*arkose* forme seul les roches supérieures. En quelques endroits, le sol, en partie recouvert, empêche de reconnaître sa superposition ; mais au-dessous du moulin de Pont-Aubert sont deux grands escarpemens, où l'on voit distinctement, sur le granite ordinaire, le granite à substance verte, puis l'*arène*, puis l'*arkose* à pâte quarzeuse dure, à structure porphyroïde, qui forme une corniche saillante en surplomb des couches d'*arène* et de granite. Des blocs volumineux, détachés de cette corniche et tombés dans le lit ou sur les bords de la rivière, pourraient, au premier aperçu, induire en erreur sur le véritable gisement de cette roche. En remontant un ravin, qui près de là se jette dans le Cousin, on peut voir des couches d'*arène*, ou de roche granitique sableuse, alterner à plusieurs reprises avec des couches d'*arkose* très-cristallin. Il faut remarquer que cette localité forme absolument la pointe nord-ouest du Morvan : quelques pas plus loin, les roches dures s'enfoncent et disparaissent sous les calcaires secondaires, et la rivière du Cousin cesse de couler entre des rochers escarpés, pour entrer dans une vallée large et cultivée.

(1) Voyez Pl. VI, fig. 2.

Leur
désignation
sous le nom
d'*arkose*.

Exemples de
superposi-
tion de l'*arkose*
au
granite.

Pont-
Aubert.

L'*arkose*
alterne avec
l'*arène*.

Orbigny. A un quart de lieue au sud de cette pointe, au hameau d'Orbigny, j'ai observé aussi la superposition immédiate de l'arkose cristallin à l'arène, dans un chemin creux qui sort du hameau vers le sud-sud-est. Un gros chêne, placé sur l'encaissement du chemin, a poussé des racines entre les couches des deux roches.

Autour
d'Avalon.

A l'est et à l'ouest de la ville d'Avalon, et immédiatement sous ses murs, deux vallons étroits et profonds descendent du plateau sur lequel cette ville est bâtie, pour se jeter dans le Cousin. Le fond du vallon de l'ouest ne présente que des roches granitiques; le sommet du plateau dit *Morlande*, situé au-delà de ce vallon, en face de la ville, montre des rochers nombreux d'arkose cristallin et dur. Sur les bords de la route de Vézelay, qui, en sortant de la ville, traverse le vallon et monte sur le plateau, on observe diverses variétés de la même roche, qui alternent avec la roche granitoïde à feldspath terreux blanc, à mica vert et talqueux, que j'ai citée comme faisant partie de cette formation; mais les superpositions sont cachées.

Sur tous les plateaux qui dominent la rive droite du Cousin, à l'est d'Avalon, depuis cette ville jusqu'au-delà du village de Magny, on observe l'arkose, dans ses diverses variétés, en rochers saillans à la surface du sol. En descendant vers la vallée, on trouve l'arène et le granite; mais je n'ai pu reconnaître de superposition directe. Près de Magny, l'arkose alterne avec une roche granitoïde, dans laquelle le feldspath est changé en une sorte de lithomarge blanche et onctueuse; entre Magny et Chassigny, il paraît pénétrer en filons dans le granite.

Sur le plateau dit *des Chaumes*, situé en face Plateau des
et à l'est d'Avalon, se présente en blocs nom-
breux la roche quarzeuse dure, renfermant du
spath pesant et des empreintes de coquilles, et
passant à la structure arénacée, qui m'a semblé
devoir être regardée comme provenant, par l'al-
tération atmosphérique, de l'arkose cristallin. Les
empreintes que cette roche renferme se rappor-
tent à des *gryphées*, *ammonites*, *térébratules*,
cythérées, *plagiostomes*, etc.; mais elles sont en
général trop incomplètement caractérisées pour
que les espèces auxquelles elles peuvent appar-
tenir soient reconnues (1).

Chaumes.
Arkose
arénacé
coquillier.

Malgré que j'aie été conduit, par l'ensemble de faits et de circonstances ci-dessus indiqués, à regarder la roche quarzeuse arénacée coquillière comme le résultat de l'action atmosphérique sur l'arkose d'aspect cristallin, et par conséquent cet arkose cristallin comme renfermant lui-même des débris de corps organisés que sa texture seule rend invisibles, je dois penser que cette conclusion, opposée aux idées généralement reçues sur les roches siliceuses cristallines, peut paraître

(1) L'examen que M. Brongniart a bien voulu faire des échantillons que j'ai rapportés l'a conduit à déterminer seulement les espèces suivantes :

Gryphæa arcuata, de Lamarck;

Plagiostoma pectinoïdes, de Sowerby;

Ammonites Bucklandi, ou *A. Conybeari*;

Un *térébratule* très-voisin du *T. crumena* de Sowerby, qui appartient ailleurs, aux terrains secondaires anciens, et du *spirifer pinguis* du même auteur, qu'on a trouvé près de Dublin, dans le calcaire de transition;

Lutrania Jurassi, de M. Brongniart, qui, en Normandie, se trouve dans le calcaire oolithique et compacte du Jura et dans les argiles inférieures à la craie.

trop peu appuyée, eu égard à sa singularité. Je me hâte donc de la justifier par une observation que j'ai faite postérieurement, hors du Morvan, à 8 lieues à l'est d'Avalon, entre les villages du Thoste et Courcelles-les-Semur.

Entre
Thoste et
Courcelles.

La petite rivière du Serein, qui prend sa source sur la pente orientale du Morvan, et se dirige vers le nord-ouest pour se jeter dans l'Yonne au-dessous d'Auxerre, coule sur un sol granitique, depuis sa source jusqu'aux environs de Montréal; mais dans une grande partie de son cours, ses bords présentent à peine des rochers granitiques de 10 à 15 mètres de hauteur, recouverts presque aussitôt par les formations secondaires qui forment le sol des plaines de l'Auxois. Il n'en est pas cependant ainsi aux environs de Bierre, de Montigny-Saint-Banthelemy, de Thoste, etc. : là, le terrain granitique s'étend à quelque distance des deux côtés de la rivière, et cette rivière y est profondément encaissée; de sorte qu'on pourrait considérer cette contrée comme un appendice du Morvan, qui s'étend, vers l'est, jusqu'à Semur. En montant du pont de Beauregard (sur lequel passe le chemin de Thoste à Courcelles) au hameau de ce nom, sur la rive occidentale du Serein, on reconnaît plusieurs alternatives de granite et de gneiss en couches fortement inclinées à l'est, et qui paraissent conséquemment plonger sous les escarpemens granitiques qui bordent la rivière; apparence remarquable en ce que le granite de ces escarpemens est beaucoup mieux caractérisé et plus dur que celui qui alterne avec le gneiss. Celui-ci s'altère facilement, et quelques-unes de ses couches paraissent être tout-à-fait désagrégées ou à

Terrains de
granite et de
gneiss.

l'état d'arène. Cette arène contient des nodules quarzeux; le gneiss en contient aussi assez abondamment, et il présente, comme le granite, une forte tendance à l'altération. De plus, la surface des couches altérées devient promptement très-rouge: tout ce terrain paraît pénétré d'une grande proportion d'oxide de fer, et l'arène des couches intercalées dans le gneiss est souvent rouge et tachante comme une argile ocreuse. La présence de l'oxide de fer dans le sol de cette contrée se manifeste jusqu'à la surface, et sur tout le plateau des environs de Thoste et de Beauregard, la terre des champs cultivés a une teinte rouge très-prononcée, et tache fortement les doigts. Sur ce plateau, l'on voit en plusieurs endroits, immédiatement au-dessous de la terre végétale, un arkose très-quarzeux, semblable à quelques variétés de celui d'Avalon, mais d'une couleur en général verdâtre, et renfermant de nombreuses empreintes de coquilles, *gryphées*, *ammonites*, *plagiostomes*, *térébratules* et autres (1). Cette roche présente ordinairement une texture cristalline assez prononcée; mais quelquefois elle ressemble à celle du plateau des Chaumes, et prend la texture arénacée. Elle est disposée en couches horizontales qui semblent reposer sur le terrain de granite et de gneiss observé en montant. La surface de ses couches et celle des fissures qui les traversent sont rouges et

Recouverts
par un arko-
se cristallin
coquillier.

(1) Parmi les empreintes de cette localité, M. Brongniart a déterminé les espèces :

Gryphæa arcuata, de Lamarck ;

Plagiostoma punctata, de Sowerby, qui appartient ailleurs au terrain de *lias* bleu, c'est-à-dire au terrain à *gryphées* arquées.

tachantes; il en est de même de la surface de tous les fragmens qu'on trouve épars dans la terre végétale. Sur le chemin qui descend au pont, et où l'on observe les alternatives de granite et de gneiss déjà citées, on voit dans les ravins de nombreux fragmens d'arkose renfermant du spath pesant en toute proportion, et de texture variée.

De l'autre côté du pont, sur la rive orientale du Serein, on retrouve des rochers de granite et d'arène; ils forment sur le bord de la rivière des escarpemens assez élevés, et le granite renferme des cristaux de pinite (que nous avons trouvés sur-tout en abondance à un quart de lieue au-dessus du pont), sur toute la hauteur des escarpemens. Au sommet de ces rochers, et au bord du plateau qui les couronne, près du chemin de Thoste à Courcelles-les-Semur, le granite est immédiatement recouvert par l'arkose, qui forme, comme sur le bord du Cousin, un chapeau en corniche saillante en surplomb des rochers qui le supportent. Cette roche est également ici de nature et d'aspect très-variés, souvent à structure porphyrique, souvent renfermant du spath pesant; enfin quelques rochers la présentent passant à la structure arénacée, et des empreintes de coquilles se montrent même dans la roche de texture cristalline. Ce sont encore des gryphées, des ammonites, des térébratules; on y trouve aussi l'*unio hybrida* de Sowerby (1).

(1) Cette coquille appartient bien ailleurs au terrain de calcaire à gryphées; mais M. Brongniart pense qu'elle doit être rapportée au genre des *vénus* plutôt qu'à celui des *unio*, qui sont des coquilles d'eau douce.

Cette localité confirme donc les inductions auxquelles j'avais été conduit par l'examen des environs d'Avalon. On voit que les gryphites, les ammonites, les plagiostomes, appartiennent bien au terrain d'arkose, malgré la structure toute cristalline que présente cette roche dans plusieurs de ses variétés. Ce fait devient plus remarquable encore quand on considère, d'une part, que sur les bords du Cousin nous avons vu l'arkose alterner à plusieurs reprises avec une roche désagrégée, tout-à-fait semblable à l'arène, qui, à quelques pas de là, passe insensiblement au granite qu'elle recouvre, et, d'autre part, que la plupart des espèces de coquilles qu'on a pu déterminer dans les empreintes de l'arkose sont regardées comme des fossiles qui n'appartiennent pas aux anciennes formations de sédiment, mais seulement aux terrains jurassiques.

Il faut faire observer cependant que l'on pourrait croire, aux environs de Thoste, à une superposition *transgressive* de l'arkose en couches horizontales, sur le terrain de granite et de gneiss en couches inclinées, ce qui se rapporterait bien à deux époques très-éloignées de formation; mais cette superposition *transgressive* n'est que supposée, d'après la disposition des couches qui se montrent sur le plateau et sur la pente de la montagne, tandis que par-tout où j'ai pu voir la superposition immédiate, non-seulement je n'ai reconnu aucune démarcation tranchée, indiquant un long intervalle entre les deux dépôts; mais souvent au contraire une série de nuances imperceptibles conduit du granite à l'arkose cristallin, comme de celui-ci aux roches arénacées de même nature. Et ainsi se présente, dans l'observation

Réflexions
sur les faits
exposés
ci-dessus.

d'une épaisseur de couches de quelques mètres seulement, un exemple frappant de ce phénomène, le plus singulier peut-être de tous ceux que nous offre la géologie, la transition insensible, au moins en apparence, de la roche regardée comme la plus ancienne et de l'agrégation la plus cristalline à une roche d'agrégation toute mécanique, et que ses fossiles semblent classer dans une époque de formation assez moderne.

Rappelons encore que l'arkose renferme tous les élémens du granite, intimement mélangés de quelques autres substances, parmi lesquelles le spath pesant est la plus constante, le tout étant comme fondu ou pétri ensemble, et de manière très-variée. Ajoutons que dans quelques-unes de ces variétés la pâte est celluleuse et comme boursoufflée, et que les cristaux de feldspath et les fragmens de granite présentent des altérations qui rappellent involontairement à l'esprit les effets d'une forte chaleur.

Difficultés que présente toute conclusion sur l'arkose.

Nous concluons que le mode et l'époque de formation de cette roche singulière sont également difficiles à présumer; qu'on ne peut chercher l'un ou l'autre dans aucun ordre de supposition se rapportant à des phénomènes qui nous soient réellement connus, ou que nous puissions bien comprendre. Nous ne pourrions pas même prétendre, dans les théories neptuniennes, considérer l'arkose comme le produit d'une sorte d'eau-mère de la cristallisation du granite, puisque les fossiles qu'il renferme semblent tant l'éloigner des anciennes formations primordiales. Reste donc seulement ouvert le vaste champ des hypothèses sur la formation ignée du granite lui-même, et les effets qu'aurait pro-

duits le soulèvement de masses granitiques incandescentes sur quelques couches arénacées et coquillères qui les auraient recouvertes. Mais encore, dans cette supposition, comment pourrait-on concevoir la stratification alternative de la roche qui serait le principal produit de l'action de cette forte chaleur avec des couches d'arène ou de gravier granitique?..... Gardons-nous des théories et des systèmes, et bornons-nous à étudier les faits.

J'ai retrouvé, en 1824, le terrain d'arkose dans plusieurs localités du département de la Nièvre, au pied de la pente occidentale du Morvan, entre autres dans la vallée de l'Yonne, près de Corbigny, où il est, comme en Bourgogne, immédiatement superposé au granite. L'arkose m'a paru présenter les mêmes variétés qu'à Avalon et à Beauregard; il contient également du spath pesant, et renferme aussi, à Chitry, d'innombrables veinules et rognons de plomb sulfuré argentifère, qui ont donné lieu, pendant longtemps, à des exploitations considérables, aujourd'hui abandonnées. Je n'y ai point reconnu d'indices de fossiles; mais j'ai parcouru cette localité trop rapidement pour croire que je puisse avoir vu tout ce qu'elle présente de remarquable; je me borne à la citer.

Arkose du Nivernais.

Mines de Chitry.

DEUXIÈME PARTIE.

Plaines de l'Auxois : terrains superposés au granite.

L'examen des terrains qui sont superposés dans l'Auxois à ceux du Morvan ne m'a point présenté de faits qui déterminent la classifica-

Division de ces terrains en deux groupes.

tion de ces terrains en plusieurs formations très-distinctes ; mais il faut bien, dans l'indication d'une série de couches minérales, tracer quelque part des lignes de séparation, et établir, fût-ce même artificiellement, des groupes partiels. Le fossile, bien connu sous le nom de gryphée arquée (*gryphæa arcuata*), fournit à cet égard un premier point de repère dont je crois utile de profiter. Adoptant donc une division qui concorde avec celle que M. Charbaut a établie pour les terrains du Jura, où elle paraît d'ailleurs fondée sur une différence notable dans le gisement des couches, j'étudierai d'abord les terrains qu'on observe à partir du granite jusqu'au calcaire à gryphées inclusivement, et ensuite ceux qui sont superposés au calcaire à gryphées. Cette division a l'avantage d'être en rapport à-peu-près constant avec la topographie ou l'aspect physique de la contrée : le calcaire à gryphées forme en général, autour des terrains cristallins, le sol de plaines ou plateaux bas, fertiles, dont le niveau se trouve, à l'extrémité de la chaîne du Morvan, à-peu-près le même que celui des dernières montagnes granitiques. Les marnes et calcaires blancs qui lui sont superposés forment au contraire un sol montueux et peu productif, si ce n'est en vignes, qui s'élève à environ 300 mètres au-dessus de ce niveau.

Les plateaux calcaires sont au niveau des sommets granitiques.

L'identité de niveau, du sommet des dernières montagnes granitiques et de la surface des plateaux de calcaires à gryphées, n'est pas sans intérêt géognostique. Ce fait est assez frappant à Avalon (1) : on arrive à cette ville par la route

(1) Voyez Pl. VI, fig. 1.

de Paris, ou du côté du nord, en traversant un plateau de calcaire à gryphées ; la ville elle-même est presque entièrement bâtie sur le calcaire ; mais aussitôt qu'on l'a traversée du nord au sud, par sa principale rue, dont le sol est tout-à-fait horizontal, on se trouve au sommet d'un escarpement granitique, de 80 mètres de hauteur, au pied duquel coule la petite rivière du Cousin, dans une vallée sinueuse et resserrée au milieu des rochers. Les deux vallons qui descendent vers la rivière, à l'est et à l'ouest de la ville, immédiatement sous ses murs, font de son emplacement une sorte de petit promontoire étroit et escarpé, dont la pointe, dirigée vers le sud, se trouve en face et à la hauteur du grand promontoire, formé par les montagnes granitiques du Morvan : d'où il résulte qu'arrivé à cette extrémité de la ville, on aperçoit tout-à-coup des sites qui rappellent ceux des pays de hautes montagnes, aspect entièrement inattendu pour le voyageur, qui, après avoir quitté, à Lucy-le-Bois, la contrée montagneuse de calcaire blanc, dont l'uniforme aridité l'a pendant long-temps fatigué, n'a vu autour de lui, de Vassy à Avalon, qu'une plaine bien cultivée, dont le sol présente à peine quelques ondulations légères, et entourée de montagnes calcaires semblables à celles qu'il a parcourues.

Il devient plus que probable ici que la cause quelconque qui a produit les vallées escarpées et profondes du terrain de granite a agi postérieurement à celle qui a déposé les terrains secondaires à un niveau aussi supérieur à celui du fond des vallées, lesquelles ne renferment cependant aucune trace de ces terrains, ni même aucune

Conséquences de cette observation.

trace de l'arkose du sommet des montagnes granitiques. De plus, on voit que c'est par l'abaissement en pente douce du niveau de sa surface, abaissement qui n'a aucune relation avec les déchiremens qui pénètrent dans son intérieur, que le sol primordial s'enfonce au-dessous des terrains dont sont formés les plateaux de calcaire à gryphées : aussi retrouve-t-on par-tout le granite à peu de profondeur au-dessous de ces plateaux, dans les vallons qui les sillonnent. Au près d'Avalon, la ligne de superposition du sol calcaire suit, à peu de distance, le sommet des escarpemens granitiques qui forment la rive droite du Cousin, jusqu'au-dessous du village de Pont-Aubert, où le granite disparaît, et où presque aussitôt le calcaire à gryphées disparaît aussi sous les montagnes de calcaire blanc.

La situation de la ville d'Avalon semblerait offrir, pour l'examen géognostique de ses environs, de nombreuses chances d'observations directes de superposition de terrains ; mais presque par-tout la jonction des deux terrains granitique et calcaire, que l'on aperçoit souvent à peu de mètres l'un de l'autre, est cachée par le sol végétal. Dans plusieurs endroits cependant, on reconnaît à la surface du sol, entre les deux terrains, des rochers d'arkose dans ses diverses variétés. On les voit au nord-est et à la sortie de la ville par la route de Lyon, près de la chaussée de l'*Étang des Minimes* : on a trouvé là, en creusant les fondations d'une maison dans cette roche, des veinules de galène, dont j'ai vu de très-nombreux échantillons, mais qui se sont bientôt perdues. En suivant la route de Lyon, et avançant de plus en plus d'abord vers le nord-

Arkose entre le granite et le calcaire à gryphées.

est, ensuite vers l'est, on reste sur le plateau légèrement ondulé de calcaire à gryphées ; mais dans les petits vallons qui traversent la route jusqu'à Cussy-les-Forges, on voit reparaitre et l'arkose et le granite. J'ai donné plus haut quelques détails sur le plateau des Chaumes, situé à l'est et en face d'Avalon, et sur les diverses variétés d'arkose qui en forment le sol, parmi lesquelles se font remarquer de nombreux blocs coquilliers, à structure arénacée. Je dois ajouter ici qu'à la partie la plus élevée de ce plateau, et près de l'endroit où l'on ne trouve plus que le calcaire à gryphées, on exploite, à la surface, une argile verdâtre un peu marneuse, renfermant des paillettes de mica et des fragmens de cristaux de feldspath, et que cette argile contient de grands rognons aplatis d'un calcaire lumachelle gris, dont la pâte est à grain serré, à cassure esquilleuse. Cette lumachelle renferme en très-grande quantité des coquilles bivalves, presque toutes déposées dans un sens parallèle à la surface des plaques, et dont les espèces et même les genres sont souvent indéterminables : on y reconnaît cependant des huitres, des peignes, des térébratules ; on y voit aussi en abondance l'*unio hybrida* de Sowerby. Indépendamment de ces coquilles qui remplissent l'intérieur de la roche, la surface des plaques, qui, par l'altération, prend une couleur blanche, laisse voir alors une foule de très-petits coquillages, qui paraissent tout-à-fait impossibles à déterminer.

Sur le plateau des Chaumes, je n'ai vu la lumachelle qu'en semblables rognons dans l'argile. Avant d'indiquer d'autres localités où je l'ai reconnue en couches, je rappellerai que feu M. Lefebvre-

Argile avec rognons de lumachelle.

Lumachelle de Sainte-Magnance.

d'Hellancourt avait observé, en 1785, la lumachelle sur la route de Lyon, près de Sainte-Magnance, à trois lieues à l'est d'Avalon, et publié son observation, en 1796, dans le *Journal des mines*. La lumachelle reconnue par M. Lefebvre était d'abord en plaques dans une argile grise ou blanchâtre, comme je l'ai vue au plateau des Chaumes; mais au-dessous de cette argile elle formait des couches de plusieurs pieds d'épaisseur, pénétrées d'oxide de fer et renfermant de la galène. M. Lefebvre n'a pas reconnu le terrain auquel la lumachelle était superposée, ni celui qui la recouvrait; il l'indique seulement comme étant à peu de distance du granite. M. Leschevin a cité dans son mémoire l'observation de M. Lefebvre, mais en rapportant cette lumachelle aux terrains supérieurs au calcaire à gryphites. Ce n'est pas ici le lieu de discuter cette opinion; je me bornerai à dire que j'ai aperçu aussi à Sainte-Magnance et la lumachelle et l'arkose, mais sans avoir le temps de chercher à observer les superpositions qu'on y trouverait peut-être facilement.

Indices
analogues à
l'ouest
d'Avalon.

De l'autre côté, ou à l'ouest d'Avalon, le sol végétal qui recouvre le plateau de la Morlande, sur la rive droite du Cousin, empêche de reconnaître l'endroit où l'arkose (qui forme le sommet des escarpemens et la partie de la surface du plateau qui en est la plus voisine) est en contact avec le calcaire à gryphites, que l'on voit par-tout constituant le sol quand on s'avance un peu vers le nord. Près de l'endroit où doit être la limite des deux terrains, on retrouve l'argile à la surface du sol: on l'exploite comme terre à fou-

En suivant la rive droite du Cousin, au-dessous du moulin de Pont-Aubert (où j'ai indiqué la superposition en corniche de l'arkose au granite) jusqu'à la papeterie du Vault, au moment où le terrain d'arkose disparaît en s'enfonçant sous le sol de la vallée qui s'élargit, on aperçoit quelques tranches de couches de lumachelle; mais elles se montrent trop peu pour qu'on puisse déterminer si elles appartiennent à une roche en place. Un peu plus loin, dans la vallée, le sol est formé de calcaire à gryphites.

Sur la rive gauche du Cousin, les roches cristallines cessent un quart de lieue plus haut. En sortant du village de Pont-Aubert, sur la route de Vézelay, on trouve encore quelques rochers de granite, mais ce sont les derniers: les montagnes granitiques restent au midi de la route, et leur limite se détourne ici, presque à angle droit de sa direction précédente, pour courir vers le sud. En ce même endroit, et de l'autre côté de la route, un chemin creux, qui monte vers le nord, arrive promptement au terrain calcaire; mais avant d'y arriver, il met à découvert au moins une partie des roches qui sont situées entre le calcaire et le granite (1).

Pont-
Aubert, rive
gauche du
Cousin.

Granite.

La première roche qu'on trouve, en quittant le granite, est un arkose à pâte d'un gris jaunâtre ou bleuâtre, compacte ou celluleuse, renfermant des parties siliceuses et d'autres qui paraissent intimement mélangées de silice et de calcaire; d'autres, rudes au toucher comme la pâte des trachytes, offrent, à la loupe, l'aspect d'un grès carié, parsemé de points ferrugineux, et font une

Arkoses à
pâte cal-
caire.

(1) Voyez Pl. VI, fig. 3.

vive effervescence avec l'acide nitrique : le tout est pénétré de nombreuses veinules de spath pesant, et renferme des mouches de galène. Au-dessus est une autre variété d'arkose, à pâte terreuse, un peu rude, tantôt compacte et celluleuse, tantôt friable, d'une couleur quelquefois un peu rougeâtre, qui paraît presque entièrement calcaire, et qui rappelle souvent, pour l'aspect, les calcaires marneux, caverneux et pulvérulens (*rauchwacke* et *asche*) du pays de Mansfeld. Cette pâte renferme des cristaux ou des grains de feldspath et de quartz, ainsi que des noyaux de granite altéré ou de psammite granitoïde talqueux; enfin d'autres noyaux qui semblent formés presque entièrement de talc granuleux ou *nacrite*, blanc ou jaunâtre, qui n'est peut-être qu'un mica altéré. Les deux roches alternent ensuite entre elles, ainsi qu'avec la roche granitoïde à feldspath terreux blanc, à mica talqueux et verdâtre, que j'ai déjà citée. En s'élevant dans le chemin, on voit l'alternation se répéter plusieurs fois en couches minces; mais bientôt les roches brunes deviennent prédominantes : elles sont toujours d'un aspect très-varié, souvent cariées, celluleuses et bréchiformes; elles renferment même quelquefois des noyaux qui semblent être des fragmens de calcaire compacte jaunâtre, à cassure un peu terreuse; mais elles sont constamment pénétrées de baryte sulfatée. Le tout est en couches assez distinctes, qui reposent évidemment sur le granite, et inclinent un peu au nord-ouest, c'est-à-dire en plongeant dans la montagne. Dans la partie supérieure de ce terrain, qui n'a que quelques mètres d'épaisseur, l'arkose devient tout-à-fait siliceux,

et est traversé de nombreuses veinules de silex assez pur. Quelques pas plus haut (l'intervalle est recouvert), on trouve le calcaire lumachelle Lumachelle. gris, en place, des deux côtés et au travers même du chemin, en couches superposées et parallèles à celles du terrain précédent. Son épaisseur est peu considérable; car après un autre intervalle de quelques pas, où le sol est également caché, se présentent d'abord un calcaire compacte, d'un gris brunâtre sale, tout-à-fait semblable au calcaire à gryphites, mais sans coquilles visibles; puis un calcaire marneux d'un gris pâle, où l'on ne voit également pas de coquilles; puis le calcaire à gryphées arquées, très-coquillier et assez dur. Le chemin continuant à monter rapidement, le calcaire à gryphées cesse bientôt lui-même, et fait place aux terrains supérieurs, sur lesquels je reviendrai plus tard.

Je crois devoir faire remarquer principalement dans l'indication précédente : 1^o. le mélange de parties calcaires en grande proportion dans l'arkose, et les nouvelles variétés qui en résultent dans cette roche déjà si variée : ce mélange se manifeste aussi dans les escarpemens des environs d'Avalon qui avoisinent le plus le terrain calcaire, il se retrouve par-tout où le calcaire recouvre l'arkose; 2^o. le gisement du calcaire lumachelle, qui est ici bien déterminé, au-dessus de l'arkose et sous le calcaire à gryphites; 3^o. la variété des couches calcaires et marneuses, coquillières et non coquillières, qui composent le terrain du calcaire à gryphites proprement dit : cette variété se présente constamment sur les plateaux des environs d'Avalon, où le calcaire à gryphites est exploité dans de nombreuses car-

Calcaire
à gryphées.

Variété des
couches du
calcaire
à gryphées.

rières superficielles. On remarque dans toutes ces excavations l'alternative plusieurs fois répétée de couches d'un bleu noirâtre avec d'autres couches d'un gris blanchâtre, marbrées. Les premières, plus dures, désignées sous les noms de *Pierre bise* ou de *Pierre bleue*, renferment abondamment des gryphées, ainsi que des ammonites, des bélemnites, des peignes, des mya, des trochus (1), etc.; j'y ai reconnu aussi du lignite fibreux. On y remarque assez souvent des veinules ou de petits rognons de spath pesant laminaire, rose ou blanchâtre, qui paraît quelquefois remplir la place d'anciens fossiles. Les couches marbrées, plus tendres, sont nommées par les carriers *Pierre blanche*; elles paraissent plus marneuses, et sont, en général, sans coquilles; j'y ai pourtant reconnu quelques bélemnites et un cardium. Quelquefois on les retrouve au-dessous de toutes les couches dures et bleues: telle est leur position la plus ordinaire dans le plateau situé entre Avalon et Semur, et désigné sous le nom de *Vallée d'Époisse*. Ici, dans quelques localités, les carriers rencontrent, au-dessous des unes et des autres, un calcaire sublamellaire, pénétré d'une

Plateau
d'Époisse.

(1) MM. Brongniart et Desmarest ont déterminé, parmi les coquilles que renferment mes échantillons, outre la *Gryphaea arcuata*, les espèces suivantes:

Unio hybrida de Sowerby (qui ressemble plus aux *Unio* qu'aux *Unio*). Voyez la note de la page 212.

Mya intermedia (?) de Sowerby.

Pecten lens.

Un *pecten*, qui n'est décrit nulle part, mais qui ressemble à une espèce trouvée, à l'île de Rhé, dans le calcaire jurassique.

Un *ammonite*, qui a beaucoup de rapports avec l'*A. planicosta* de Sowerby, venant d'Yewil, en Angleterre, mais surtout avec une autre espèce de Charmouth.

grande quantité de fer oxidé rouge luisant, ou *eisenrahm*, calcaire qu'ils désignent sous le nom de *Pierre rouge*, et qui paraît être une lumachelle, dans laquelle l'*eisenrahm* tient la place d'une partie des coquillages qui a disparu. Cette lumachelle rouge renferme aussi des entroques.

Les différentes vallées qui sillonnent le plateau d'Époisse atteignent le granite à peu de profondeur au-dessous du sol du plateau, et par-tout on aperçoit, entre les deux formations, des indices de lumachelle et de roches quarzeuses. Dans la vallée du Serein, et sur la rive droite de cette rivière, près de Toutry et dans le village même, en montant depuis le sol granitique jusque sur le plateau, j'ai reconnu une série de couches assez analogues à celles de Pont-Aubert, mais qui présentent cependant quelques particularités (1).

Vallée du
Serein, à
Toutry.

La première roche que j'ai observée, à quelques pas du granite, est un arkose granitoïde, à cristaux à peine désagrégés de feldspath et de quartz, qu'on pourrait prendre souvent pour un granite un peu altéré, mais qui admet dans sa composition une pâte terreuse, brune, rude au toucher, faisant effervescence avec l'acide nitrique, et dont la proportion devient quelquefois très-abondante. Cette roche passe insensiblement à un psammite, bien reconnaissable pour tel, qui la recouvre en couches minces: celui-ci est à gros grains quarzeux et feldspathiques, quelquefois ferrugineux, tantôt sans ciment visible, tantôt au contraire avec un ciment plus ou moins abondant de calcaire lumachelle. Au-dessus sont

Arkose,
psammite,
lumachelle,
calcaire à
gryphées.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 4.

des couches d'argile grasse, d'un vert blanchâtre, qui alternent avec des couches minces d'un calcaire marneux compacte, d'un gris verdâtre, à grain assez serré, traversé par des veinules nombreuses d'une roche, d'apparence cristalline, renfermant feldspath, quartz et calcaire spathique. Ce calcaire marneux se présente aussi en rognons aplatis dans l'argile; on le trouve encore alternant avec une lumachelle à pâte terreuse, qui repose quelquefois immédiatement sur le psammite. Au-dessus se présentent de nouveau des couches d'argile, puis des indices de la *Pierre rouge* des carriers, puis d'autres couches qui semblent intermédiaires au calcaire lumachelle et au calcaire à gryphites; enfin ce dernier calcaire, avec ses marnes marbrées, qui occupe le sol du plateau.

L'ensemble de tous ces terrains intermédiaires au granite et au calcaire à gryphées n'a ici que 12 à 15 mètres d'épaisseur, et la plupart des roches visibles se montrent en couches d'un à 2 décimètres de puissance; mais plusieurs de ces couches disparaissent quelquefois tout-à-fait, et en remontant le Serein sur sa rive droite, à un demi-quart de lieue au-dessus du village de Toutry, j'ai reconnu, au sommet de la berge, à 1 ou 2 mètres au-dessous de l'arête de jonction de cette berge au plateau calcaire, la superposition immédiate de la lumachelle au granite, avec une adhérence très-forte d'une roche à l'autre. Cette lumachelle ne paraît pas altérée; mais elle est, par places, pénétrée de fer oxidé et de fer hydraté, l'un et l'autre à l'état terreux; elle contient aussi des veinules de spath pesant et de fer spathique, ainsi que des mouches de galène. Avant d'arriver à ce point, j'ai observé, sur la

Lumachelle
superposée
au granite.

même arête, à la hauteur probable de la superposition que je cherchais à reconnaître, la tranche d'une couche mince, entièrement composée de nodules légers et comme cariés, fendillés de tous les sens et de formes bizarres. Ils sont formés d'une marne très-effervescente (1), et doivent sans doute leur séparation et leurs formes au retrait opéré par le dessèchement dans une couche marneuse. J'ai aussi trouvé dans cet endroit de nombreux fragmens de psammites variés et d'arkose très-quarzeux semblable à celui d'Avalon; mais je n'ai point vu ces roches en place, et bien certainement elles manquent quelquefois, puisque la seule superposition que j'aie pu observer est celle de la lumachelle au granite.

En approchant de Semur, les vallées deviennent beaucoup plus profondes (on n'y voit alors aucune trace des terrains secondaires), et cette ville et ses environs montrent le sol granitique à nu sur une assez grande étendue. Au-delà de Semur, vers le sud-est, en suivant la route de Vitteaux, on retrouve toujours le calcaire à gryphites sur les plateaux et le granite dans les vallées. La plus considérable de ces vallées est celle du ruisseau de Sainte-Euphrone, et en montant au sud-est de cette vallée, en face du hameau de Masseine, j'ai observé, à partir du granite, une série de roches, dont les premières semblent présenter le passage du granite à l'arkose, qui prend bientôt après une pâte brune calcaire; d'autres passent

Semur.

Vallée de
Sainte-Eu-
phrone.

(1) Ces nodules, essayés au laboratoire de l'École royale des mines, ont donné 0,87 de chaux carbonatée et 0,13 d'alumine.

à des roches arénacées très-prononcées, presque entièrement quarzeuses et parsemées de points noirs, ou à des quarzites durs contenant seulement quelques cristaux de feldspath, quartz et mica, le tout recouvert de couches d'argile, avec lesquelles les roches précédentes reviennent alterner; puis on trouve la lumachelle, qui repose sur l'argile et qui est mélangée de couches de calcaire marneux. La lumachelle terreuse recouvre la lumachelle à pâte compacte ou lamellaire, et l'on voit de nombreux passages de l'une à l'autre. En continuant à monter, on est surpris de retrouver des rochers de granite; mais rien ne peut donner à penser que ce ne soient pas des rochers saillans à travers les couches qui reposent sur le terrain granitique. Plus haut encore, on atteint bientôt le calcaire à gryphites, qui forme, pendant plusieurs lieues et jusqu'au-delà de Vitteaux, le sol d'un plateau sillonné par les vallées du Serein, de l'Armançon, de la Brenne, et dont la partie orientale est désignée, dans le pays, sous le nom de *Vallée de Saint-Thibaud*.

Le granite se montre toujours au fond des vallées, et il constitue même quelques buttes isolées, saillantes au-dessus du niveau du plateau. La surface du terrain de granite se présente souvent encore à l'état d'*arène*, comme au pied du Morvan; mais on ne retrouve plus, au-dessus du granite ou de l'arène, l'arkose cristallin des environs d'Avalon. On peut cependant regarder comme appartenant à l'arkose la roche granitoïde qui forme la partie supérieure du terrain cristallin, dans un chemin creux qui monte de Vic-sous-Thil à Précy (1); roche dont le feldspath est altéré,

Vic-sous-Thil.
Arkose (?).

(1) Voyez Pl. VII, fig. 5.

presque terreux et jaunâtre, dont le mica semble décoloré, et ne s'aperçoit même que lorsque ses feuilletés réfléchissent la lumière, qu'ils reflètent avec un éclat particulier; enfin dont le quartz paraît être quelquefois en grains plutôt qu'en cristaux. Mais cette roche semble si intimement liée avec le granite très-caractérisé qu'on trouve un peu plus bas, qu'il pourrait également sembler difficile de ne pas la considérer elle-même comme granitique: elle est recouverte, dans cette localité, par un petit amas de spath pesant radié, presque pur, qui la pénètre aussi en petits filons, et qui renferme de petites géodes de cristaux de baryte sulfatée, ainsi que des mouches et des veinules de plomb sulfuré. Ce spath pesant est recouvert tantôt par un psammite presque entièrement quarzeux, avec lequel il se mélange au point de contact d'une manière intime, tantôt immédiatement par le calcaire lumachelle, qui, à quelques pas de là, repose aussi sur le psammite, et qui, au contraire, un peu plus loin, dans la pente qui descend au hameau de *Brouillard*, est superposé immédiatement au granite. En montant davantage dans le chemin de Précy, on voit reparaitre le granite; mais il se présente alors avec des indices de stratification presque verticale, et semble s'enfoncer au-dessous de toutes les roches qu'on a observées plus bas. Plus haut encore, la nature du sol est cachée, et bientôt on se trouve sur le plateau de calcaire à gryphites.

Dans toutes les autres localités du plateau situé entre Aisy (sur le Serein) et Vitteaux (sur la Brenne), que j'ai parcourues, je n'ai reconnu, à partir du granite, que les roches suivantes:

1°. psammite très-quarzeux, mais à structure

Amas de
spath pesant.

Disposition
générale des
roches de ce
plateau.

bien arénacée ; 2^o. lumachelle et marnes ; 3^o. calcaire à gryphées (1). Presque nulle part, on n'aperçoit de superposition immédiate ; mais telle est la succession constante des roches que l'on observe en montant du granite au calcaire. On reconnaît, par exemple, cette succession, d'une manière assez frappante, autour du château de *Beauregard* ou de *Namsousthil*, près du village de ce dernier nom. Ce château est situé sur un petit mamelon, qui se rattache, vers l'ouest, à une montagne plus considérable, mamelon qui est formé de granite sur presque toute sa hauteur. Près du sommet du mamelon, on trouve le psammite, puis la lumachelle, puis le calcaire à gryphées, le tout en couches horizontales et dont l'ensemble n'a que 12 à 15 mètr. d'épaisseur.

Exemples.
Château de
Namsousthil.

Psammite
coquillier.

Le psammite est tellement quarzeux, que souvent il a toute l'apparence d'un grès homogène ; souvent aussi il contient des cristaux de feldspath à bords peu ou point arrondis, des lamelles de mica, et de très-petites cavités, dont les parois semblent ferrugineuses. Sa couleur ordinaire est le gris blanchâtre ou jaunâtre ; mais quelquefois sa masse entière est pénétrée d'oxide de fer, et fortement colorée en rouge brunâtre. Ses différentes assises varient d'un tissu lâche à un grain fin et très-serré ; il renferme des empreintes de coquilles. M. de Namsousthil, propriétaire du château, m'a assuré avoir trouvé, dans la couche de psammite immédiatement superposée au granite, des ammonites, des bélemnites, des empreintes de feuilles et des parties de végétaux carbonisées. J'ai reconnu, seulement

(1) Voyez les *fig.* 1 et 5.

dans les couches que j'ai pu observer, quelques empreintes de trigonies (1) et de peignes, et de petites crevasses tapissées et en partie remplies d'une substance pulvérulente noire, qui paraît charbonneuse.

Tantôt la lumachelle repose sur le psammite immédiatement ; tantôt elle en est séparée par quelques couches d'argile marneuse. Les couches inférieures de lumachelle renferment entre elles des lits minces de grès ; elles sont elles-mêmes remplies de grains assez gros de feldspath et de quartz ; elles contiennent aussi une lithomarge blanche et onctueuse, soit en mouches éparses, soit à l'entour des coquillages les plus distincts de la roche. Les couches supérieures, au contraire, sont de la lumachelle pure, dont le grain devient quelquefois très-serré, de manière qu'on n'y aperçoit plus alors que des indices rares de coquilles.

Lumachelle
et argile.

Le calcaire à gryphites du sommet du mamelon n'a que quelques pieds d'épaisseur ; en sorte que les caves du château, creusées dans ce calcaire, pénètrent dans la lumachelle, et même, dit-on, dans le psammite.

Calcaire à
gryphées.

Sur la rive gauche de l'Armançon, près et au midi du village de Marcigny-sous-Thil, le psammite quarzeux se présente à la surface du sol, sur une assez grande étendue, et il est exploité, pour en faire des pavés, dans une carrière ouverte depuis peu d'années. On observe, dans cette carrière, la variété de texture de ses couches, et

Psammite
de Marcigny-sous-Thil.

(1) L'espèce de trigonie contenue dans ce psammite paraît ressembler beaucoup au *Crassatella plicata* de *Sowerby*.

on y remarque les empreintes de coquilles que plusieurs couches renferment en assez grande abondance. Ces coquilles sont des peignes, des trigonies, des huîtres, des limes, etc., dont les espèces sont indéterminables.

Psammite de Les Davrées. Le granite se montre près de là, dans la vallée de l'Armançon et dans celle du ruisseau de Beauregard. De l'autre côté de ce dernier ruisseau, sur le plateau où est situé le hameau de *Les Davrées*, on retrouve le psammite à une hauteur qui paraît correspondante à celle de la carrière de Marcigny, et sur une partie assez étendue de ce plateau, où les roches ne sont pas à nu, le sol est couvert de fragmens innombrables de psammites, rougis et attendris par l'action atmosphérique, fragmens qui présentent à leur surface une grande quantité de reliefs de forme variée et plus ou moins bizarre, qui paraissent être des vestiges de corps organisés. Plusieurs offrent des étoiles à cinq rayons, bien reconnaissables pour des *astéries*; d'autres, des anneaux ronds et évidés au centre, qui peuvent être rapportés à des *actinies* ou à des *ascidies*; d'autres, des tubes cylindriques assez gros, qui paraissent être des zoophytes indéterminables; d'autres présentent des cylindres très-minces, assez longs, accolés deux à deux ou entrecroisés; d'autres rappellent, au premier aperçu, l'aspect d'animaux analogues à des crustacés, mais cette apparence ne soutient pas l'examen; on y voit aussi des empreintes de coquilles semblables à celles du psammite de Marcigny.

Lumachelle mélangée des grains du psammite. A l'entrée du hameau de Les Davrées, du côté de l'ouest, on voit la superposition de la lumachelle au psammite, et en avançant vers Nor-

mier, on trouve pendant long-temps cette lumachelle tellement mélangée de grains de feldspath et de quartz, qu'on peut la considérer comme un psammite à pâte de calcaire lumachelie: elle contient aussi des noyaux arrondis ou fragmens de calcaire argileux, d'un jaune rougeâtre, à cassure terreuse, présentant des indices d'altération par couches concentriques. La pâte de la lumachelle est en général lamellaire (1); les coquilles y deviennent souvent peu distinctes, et quelquefois la roche prend l'aspect d'un calcaire grenu, à cassure esquilleuse.

Des faits analogues se présentent dans toute cette contrée. Près du moulin de Clamerey-sur-Armançon, sont de beaux rochers de granite; en montant vers le village de Clamerey, on trouve bientôt le psammite en couches horizontales; puis la lumachelle, qui recouvre le psammite et qui contient des grains de quartz et de feldspath; puis le calcaire à gryphées, qui forme le sol du plateau. Près des villages de Flée et de Montigny-sur-Armançon, on reconnaît la même succession de roches; il en est de même sur les bords du Serein, près d'Aisy et de Maison-Neuve. Dans cette dernière localité, on exploite, près et au nord de la route, une carrière dans la lumachelle: on y voit que cette roche renferme non-seulement des grains abondans de feldspath et de quartz, mais encore des fragmens assez gros du psammite qu'elle recouvre. La même série de su-

Autres faits analogues.

Lumachelle avec gros fragmens de psammite.

(1) Parmi les fossiles de cette lumachelle, M. Brongniart a reconnu le *plagiostoma læviusculum* de Sowerby; on y voit des *huîtres* dont les espèces sont indéterminables; j'y ai trouvé aussi une *dent* assez semblable aux dents de crocodile.

perpositions se remarque encore quand on se dirige vers le village de Montlay, situé sur la pente des montagnes du Morvan. Près de ce village, la lumachelle exploitée est recouverte par une couche mince de psammite quarzeux ou grès, qui renferme quelques petites coquilles de la lumachelle.

Tranchée
du canal de
Bourgogne
dans le cal-
caire à gry-
phites.

La variété des couches qui composent le terrain de calcaire à gryphites proprement dit peut être facilement observée dans la plaine de St.-Thibaud, où le lit du canal de Bourgogne, qui se soutient au même niveau dans une longueur de plus de deux lieues, se creuse à une profondeur plus ou moins grande, ou se construit même en partie au-dessus du sol, en raison des ondulations légères, mais sensibles, de la surface du plateau. En 1822, on creusait seulement la partie du canal située au sud de la route de Dijon, près du hameau de *Creusot* : dans cette localité, les couches calcaires, toutes horizontales, excavées dans les parties élevées pour le lit du canal, et dans les parties basses pour les *chambres d'emprunt* où l'on exploite les matériaux de ses parois, différent entre elles de couleur, de dureté, de texture, ainsi que sous le rapport des fossiles qu'elles renferment. On y voit, à partir de la surface du sol, des marnes blanchâtres marbrées, assez dures, séparées par des marnes feuilletées, très-fragiles, les unes et les autres tantôt peu coquillières, tantôt, au contraire, pénétrées d'une grande quantité de fossiles, dont les plus abondants sont des peignes, des ammonites (1), et sur-tout une multitude innombrable de bélemnites, parmi lesquelles il est cependant extrême-

(1) Une de ces ammonites paraît être l'*A. Bucklandi*.

ment rare de trouver une bélemnite entière. Au-dessous sont des argiles feuilletées noirâtres et bitumineuses, sur lesquelles on remarque de nombreuses empreintes de *fucus*, des calcaires durs d'un bleu noirâtre, renfermant des fentes et des géodes tapissées de cristaux ou d'une substance noire pulvérulente d'apparence charbonneuse, et quelquefois sans fossiles, quelquefois avec des ammonites et des gryphées arquées. Mais lorsque la tranchée devient plus profonde, en raison d'une légère élévation du sol, on voit les mêmes couches, qui, près de la surface, sont blanchâtres et assez tendres, devenir dures et de couleur foncée, et être recouvertes d'autres couches tendres et blanchâtres.

Il semble donc qu'une partie des différences de couleur et de dureté que présentent ces roches dépende moins de leur nature intime que de leur proximité ou de leur éloignement des influences atmosphériques. Les couches marneuses de dureté moyenne renferment des moules d'ammonites assez grands, remplis de calcaire marneux, qui contient de petits fossiles, et qui est pénétré de petites fentes tapissées de spath calcaire ou de blende (?). On observe quelquefois à la surface de ces ammonites des sortes de ramifications dendritiques, qu'on pourrait prendre pour des vestiges d'empreintes de feuilles.

Dans la partie où la tranchée était la plus profonde, au mois d'août 1822, j'ai observé, à un mètre et demi au-dessous de la surface, une couche argileuse, humide, brune, mêlée d'une assez grande proportion de minerais de fer en grains, et contenant aussi des nodules irréguliers d'une substance d'un blanc grisâtre ou jaunâtre, tendre, à cassure terreuse, happant for-

Influence de
l'atmosphère
sur l'aspect
varié
des couches.

Minerais de
fer en grains,
avec chaux
phosphatée.

tement à la langue, qui fait très-peu d'effervescence avec l'acide nitrique; qui est, dit-on, analogue à celle qu'on désigne, dans les forges de la Côte-d'Or, sous le nom de *grappe*, mais qui contient, d'après l'essai qu'en a fait M. Berthier, 0,74 de phosphate de chaux, et doit par conséquent être regardée comme une variété nouvelle de chaux phosphatée terreuse. Cette couche ferrifère, qui a environ un mètre d'épaisseur, renferme à sa partie supérieure des plaques arrondies de calcaire à gryphées. J'y ai reconnu aussi, sur les deux parois du canal, un petit amas aplati, de deux décimètres d'épaisseur, formé de spath pesant laminaire, mêlé de spath calcaire et de parties terreuses et ferrugineuses. Le tout recouvre immédiatement des couches de calcaire bleu noirâtre dur, qui alterne avec des argiles feuilletées, noires, charbonneuses et bitumineuses; mais la couche ferrifère semble être à-peu-près parallèle à la surface du sol, et recouvrir, par conséquent, en gisement transgressif les couches calcaires. On voit même le spath pesant, mêlé de spath calcaire et de minerai de fer, pénétrer verticalement en petits filons dans le calcaire. Ce gîte paraît donc appartenir à une formation bien postérieure à la formation calcaire; mais son mélange de baryte sulfatée cristalline ne permet pas de le considérer comme appartenant aux formations d'alluvion.

La couche ferrifère n'existe pas par-tout dans la plaine de Saint-Thibaud; mais on la retrouve en plusieurs endroits, toujours immédiatement au-dessous d'une couche superficielle, qui paraît liée à la terre végétale. Je l'ai retrouvée dans la même position sur la pente du Morvan, dans le village même de Montlay. On fonde sur cette

Spath
pesant.

Traversent
en filons les
couches cal-
caires.

couche l'espoir de l'approvisionnement d'un haut-fourneau qu'on veut établir à St.-Thibaud; mais le mélange de la chaux phosphatée avec le minerai, s'il est constant, sera peut-être un obstacle au succès de cette entreprise.

Dans les *chambres d'emprunt*, qui sont creusées dans les parties les plus basses de la plaine, on met à découvert et on exploite des couches noirâtres, dures, remplies de gryphées arquées (1), qui paraissent situées au-dessous de toutes les autres couches de la formation, et qui alternent, comme auprès d'Avalon, avec des calcaires marneux, marbrés de gris et de blanchâtre, renfermant peu ou point de fossiles.

Resserrées de plus en plus, à mesure qu'on avance vers le sud, entre le terrain granitique du Morvan et le terrain de calcaire blanc des *montagnes de Langres*, les plaines de l'Auxois, formées de calcaire à gryphées, se prolongent jusqu'un peu au midi d'Arnay-le-Duc, ville qui est bâtie sur le granite de la vallée de l'Arroux. Autour de cette ville, j'ai retrouvé, en un assez grand nombre de localités, à partir du granite, le psammite quarzeux, puis la lumachelle, puis le calcaire à gryphées.

Ici, le psammite quarzeux, tantôt très-dur, tantôt assez tendre, contient souvent encore des cristaux de feldspath et des mouches ou veinules de spath pesant; mais je n'y ai reconnu aucune trace de corps organisés. Dans une carrière exploitée à une lieue à l'est d'Arnay, près de la *métairie Bidot*, au-dessous de plusieurs couches de psammite très-dur, on trouve une couche assez

(1) Ces couches renferment aussi le *pecten lens*, des *huitres*, des *cardium*, des *plagiostomes*, des *ammonites*, des *bélemnites*, etc.

Faits ana-
logues aux
environs
d'Arnay-le-
Duc.

Psammite.

épaisse d'argile glaiseuse, d'un jaune rougeâtre sale, qui renferme des rognons irréguliers de silex, et qui forme probablement un banc subordonné au terrain de psammite.

Roches
situées entre
le granite et
le psammite.
Arkose.

Entre le psammite et le granite, j'ai reconnu, en plusieurs localités de cette contrée, des roches plus ou moins singulières, qui doivent probablement être regardées comme se rapportant à l'arkose du Morvan, mais sur lesquelles je n'ai pas recueilli assez de données pour émettre cette opinion avec certitude. Je citerai seulement, 1^o. près du hameau du *Faite*, à une lieue et demie au nord d'Arnay-le-Duc, une roche porphyroïde rougeâtre ou verdâtre, pointillée de noir et fendillée dans tous les sens, qui recouvre le granite; 2^o. sur la descente de Jully à Voudenay, à une lieue au sud d'Arnay-le-Duc, une roche quarzeuse et ferrugineuse, de contexture bizarre, irrégulièrement pénétrée d'une substance verdâtre qui pénètre aussi, d'une part, le psammite qui la recouvre, et d'autre part, le granite auquel elle est superposée: de sorte que la roche intermédiaire montre la trace d'un passage apparent du granite au psammite. 3^o. Enfin de Voudenay à Igornay, les rives de l'Arroux sont formées d'une roche feldspathique, grise ou rosée, d'apparence cristalline, et plutôt porphyroïde que granitique; mais en approchant d'Igornay, sur la rive gauche de l'Arroux, on voit, près du hameau de *Mogun*, des escarpemens et des carrières d'une autre roche qui paraît en relation intime avec la première, et qui, par la singularité et la variété de sa texture, mériterait d'être l'objet d'une étude et d'une description particulières: je me bornerai à dire que souvent elle présente une structure arénacée, et que sa pâte grise ou jaunâtre et fer-

Roche sin-
gulière de
Mogun.

rugineuse renferme des cristaux ou lamelles de feldspath, quartz et mica; qu'elle se pénètre fréquemment de substance verte, et devient tout-à-fait semblable à une vake; qu'elle devient aussi quelquefois celluleuse et presque amygdaloïde; qu'elle passe encore à des roches porphyroïdes et granitoïdes; qu'elle contient de petits cristaux prismatiques verts, d'un aspect gras, qui semblent être de la pinite, des lamelles ou cristaux de fer spathique altéré, de petites cavités remplies d'oxide de fer; enfin et sur-tout, en grande abondance, des veinules, géodes ou mouches de chaux fluatée, en cristaux de formes variées, quelquefois entourées de lithomarge. Cette roche, qui paraît former là presque une montagne entière, semble recouverte par la roche porphyroïde principale de la contrée, à laquelle elle passe insensiblement. A celle-ci paraissent adossés, dans le village même d'Igornay, des schistes marneux, noirs, bituminifères, et dans ces mêmes schistes marneux noirs, se représentent, à une lieue plus au sud, près du hameau de *Muse*, de nombreuses empreintes de poissons, dont les écailles sont pénétrées de bitume, avec quelques empreintes de fougères tout-à-fait semblables à celles du terrain houiller.

Je n'ai reconnu ni là, ni plus loin vers le sud, le calcaire à gryphites, qu'on retrouverait cependant probablement encore à la même latitude, mais plus à l'est. Ainsi la localité d'Igornay ne se rapporte plus à l'objet de ce mémoire; mais j'ai cru devoir en faire mention pour citer la roche remarquable de *Mogun* et les poissons fossiles de *Muse*, et pour indiquer qu'on trouverait peut-être près de là des points de contact entre le

Igornay.

Muse.
Schistes bi-
tumineux à
poissons.

terrain d'arkose et les terrains du bassin d'Autun, qui paraissent être d'un ordre différent.

Lumachelle
d'Arnay-le-
Duc.

Je reviens aux environs d'Arnay-le-Duc : la lumachelle, désignée dans cette contrée sous le nom de *Pierre de serpentine*, se présente souvent en grandes plaques, dans une argile marneuse, comme aux environs d'Avalon; elle s'exploite, en un grand nombre d'endroits, sur les pentes des vallons, au-dessus du niveau du terrain de psammite. Plus haut, le calcaire à gryphées forme le sol des plateaux : c'est sur l'un de ces plateaux qu'est établi, à 3 ou 4 lieues au nord d'Arnay-le-Duc, le point de partage du canal de Bourgogne. La plaine, au midi du point de partage, est remarquable en ce qu'elle n'étant élevée que de 400 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, et étant dominée de tous côtés par des sommités assez hautes, elle écoule cependant ses eaux, par l'Armançon, par l'Arroux et par l'Ouche, dont les sources y sont situées et peu éloignées l'une de l'autre, dans la Manche, dans l'Océan et dans la Méditerranée. Cette localité fournirait donc, s'il en était besoin, une preuve frappante de l'inexactitude des cartes géographiques sur lesquelles on trace des chaînes de montagnes entre tous les principaux versans des eaux, et du peu de correspondance qui existe entre les limites des bassins des fleuves et les reliefs de la surface du globe.

Partage des
eaux entre
trois mers.

On lit dans le mémoire de M. Leschevin que MM. les ingénieurs des ponts et chaussées ayant fait creuser un puits d'épreuve entre Pouilly et Créancey, ce puits a traversé 10 mètres et demi de calcaire à gryphées, puis 22 mètres et demi de couches argileuses feuilletées renfermant une

couche de grès, puis 14 mètres de psammites de diverses espèces, superposés au granite qui a été rencontré à 47 mètres de profondeur totale. On voit que ces renseignements n'indiquent pas la présence de la lumachelle; mais il faut observer à ce sujet que M. Leschevin n'indique nulle part cette roche, dans son mémoire, parmi celles qui sont au-dessous du calcaire à gryphées : il est donc probable qu'il la confond, soit avec le calcaire à gryphées, soit avec les marnes inférieures, et que c'est cette seule raison qui l'a empêché d'en faire ici une mention particulière; car la constance de la position que j'ai reconnue à la lumachelle, dans toutes les autres parties de l'Auxois, ne permet guère de douter qu'elle n'existe également ici entre le calcaire à gryphées et le psammite quarzeux.

Je terminerai cette seconde partie par quelques renseignements sur les dernières localités où, en avançant vers l'est, on ait retrouvé le granite, ainsi que le calcaire à gryphées; elles sont situées à 5 ou 6 lieues à l'ouest de Dijon, sur la pente orientale et au pied de la montagne de Somberton, et sont séparées de toutes les localités de même nature que j'ai indiquées dans l'Auxois, par cette montagne et par le plateau élevé de calcaire blanc qui occupe la surface du sol entre Somberton et Vitteaux.

Environs de
Somberton.

Ainsi que M. Leschevin l'a fait connaître, le granite se montre au jour, dans cette contrée, en trois endroits, près des villages de Remilly, de Mémont et de Mâlain (1).

A Remilly, on le voit en rochers dans la

Remilly.
Granite.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 7.

Psammite.

vallée, et il constitue une colline peu élevée; il est très-cristallin et très-dur. A quelques pas du granite, se présente par-tout le psammite quarzeux, qui offre là toutes les variétés de grain, de texture, de couleur. Souvent friable et quelquefois fortement coloré en rouge par l'oxide de fer, ailleurs très-dur et d'apparence homogène et cristalline, il prend même, dans ce dernier cas, une teinte verdâtre assez foncée, et un aspect tout-à-fait semblable à celui de certaines variétés de l'arkose d'Avalon. On y remarque de nombreux rognons et des veinules de spath pesant, ainsi que des mouches de galène; je n'y ai pu reconnaître aucune trace d'empreintes de coquillages.

En montant au sud de Remilly, vers le télégraphe de Moron, on trouve presque immédiatement le calcaire à gryphites, qui est lui-même bientôt recouvert par les terrains supérieurs; mais de l'autre côté du mamelon granitique et psammitique, en montant vers Somberton, on reconnaît au-dessus du psammite des calcaires marneux qui se mélangent d'abord avec la roche inférieure, puis des marnes argileuses, rougeâtres ou verdâtres, renfermant de petites couches subordonnées, 1°. de grès ou psammite coquillier, (*cos* de M. Leschevin); 2°. de lumachelle; 3°. de calcaire compacte sans coquilles; 4°. d'une roche chatoyante, qui semble formée d'un mélange intime de silice et de calcaire, et qui, analogue, par son aspect comme par sa composition, à d'autres mélanges de calcaire et de silice qui se présentent dans un assez grand nombre de lieux (entre autres, dans le Bas-Boulonnais), mériterait d'être désignée oryctognostiquement sous un nom particulier, tel que celui de *psammite spathique*; 5°. on y voit aussi de minces couches

Terrain
marneux
avec lumachelle et autres roches.

quarzeuses remplies de petits nœuds ou noyaux d'un rouge vif, qui semblent se fondre insensiblement dans la pâte; 6°. enfin on doit remarquer que plusieurs des couches argileuses renferment des indices de gypse. Cette formation marneuse, qui a ici plus de 25 mètres d'épaisseur (tandis que sur les bords du Serein, de l'Armançon, du Cousin, elle est représentée par de minces couches de lumachelle et d'argile), est recouverte, sur la pente de la montagne, par le calcaire à gryphites, qui disparaît bientôt lui-même quand on s'élève davantage vers l'ouest; mais, en avançant vers le nord, on voit ce calcaire à gryphites former le sol d'une colline sur laquelle est situé le village de Mémont, colline séparée de la haute montagne de Somberton par le vallon du *Pissou*, qui prend son origine à la cascade de ce nom.

Dans ce vallon du Pissou, au pied nord de la colline de Mémont, on voit un second mamelon de granite recouvert par le psammite quarzeux; de l'autre côté du vallon, on retrouve le granite, ou plutôt une roche dure, d'apparence presque homogène, sans mica visible, et où des cristaux ou noyaux d'apparence quarzeuse semblent se fondre dans une pâte feldspathique rougeâtre. Cette roche rappelle les passages apparens du granite aux roches arénacées, que j'ai déjà indiqués plusieurs fois dans le terrain d'arkose; elle est recouverte par un psammite à pâte blanchâtre non effervescente, à grains de quartz et de feldspath, dont quelques parties sont entièrement désagrégées, et où je n'ai reconnu aucune trace de fossiles.

Au-dessus du psammite, on trouve la formation de marnes argileuses, qui présente ici un

Calcaire à
gryphites.Mémont.
Granite.
Arkose (?)

Psammite.

Marnes avec
gypse.

caractère particulier, en ce qu'elle renferme, dans sa partie inférieure, des couches ou plutôt des amas aplatis de gypse, qui sont exploités comme pierre à plâtre. On distingue à Mémont cinq de ces couches gypseuses, qui ont, en tout, quatre mètres d'épaisseur, qui sont séparées par des couches d'argiles ou de marnes noires, verdâtres ou rougeâtres, souvent recouvertes d'efflorescences jaunes, et entremêlées de lits et de veinules de chaux sulfatée blanche, fibreuse. Le gypse des gîtes exploités est gris ou rougeâtre, et souillé d'argile; les parties pures et blanches y sont assez rares. Sur le gypse sont des couches d'argiles et de marnes rougeâtres, sableuses et plus ou moins calcaires, assez semblables à quelques grès bigarrés de Thuringe, puis des marnes schisteuses, noires, fissiles et friables, contenant des veinules et des cristaux de chaux sulfatée, contenant aussi des paillettes de mica. On y remarque des impressions de petites coquilles peu distinctes, dont beaucoup cependant paraissent être des *avicules*, et une grande quantité d'autres petites empreintes tout-à-fait indéterminables. Dans ce terrain argileux et marneux, dont l'épaisseur est au moins de vingt mètres, se présentent des couches subordonnées 1°. de véritable lumachelle semblable à celle de l'Auxois; 2°. de marnes solides d'un gris verdâtre ou d'un jaune isabelle rougeâtre: cette dernière variété est souvent pénétrée de fissures et de crevasses irrégulières, tapissées de petits cristaux calcaires, ou bien elle semble avoir été remplie de petites coquilles bivalves, presque méconnaissables, dont la place est quelquefois pénétrée d'une infiltration spathique, qui donne à la roche un chatolement remarquable dans sa

Lumachelle
et autres
couches subordonnées.

cassure transversale; 3°. d'une roche à pâte dure, à cassure fine et d'un gris verdâtre, renfermant des grains ou cristaux de feldspath et de quartz, qui lui donnent l'aspect porphyrique, et cloisonnée de nombreuses fissures ferrugineuses ou calcaires. La pâte de cette roche semble passer à celle de certaines variétés de l'arkose du Morvan; 4°. de grès ou psammite friable, d'un jaune rougeâtre sale, qui renferme quelques impressions de coquilles, et présente en outre, à la surface de ses lits, une foule d'impressions cylindriques, striées transversalement, analogues à celles de Les Davrées, et qui paraissent appartenir à des zoophytes indéterminables.

Au-dessus de toutes les couches argileuses, on trouve une couche de la roche chatoyante que j'ai indiquée à Remilly, et pour laquelle j'ai proposé le nom de *psammite spathique*; puis 3 ou 4 mètres de psammites friables, avec coquilles et impressions de zoophytes, semblables à celles des couches inférieures; puis le calcaire à gryphites, qui se présente en escarpemens assez élevés sur les deux bords de la vallée. Ce sont ces escarpemens qui forment, à la naissance de la vallée, la cascade du Pissou que M. Leschevin a décrite. On observe, à la partie inférieure de la cascade, des couches marneuses brunes, tapissées d'efflorescences cristallines qui paraissent être du sulfate de magnésie. Dans le calcaire à gryphites de Mémont, j'ai trouvé, outre la gryphée arquée, une coquille très-analogue au *mya intermedia* de Sowerby.

Calcaire à
gryphites.

A une lieue au nord-est de Mémont, dans la vallée de Malain, entre ce dernier village et celui de Baume-la-Roche, se montre au jour le

Malain.

Granite et
gneiss.

Psammite.

Marnes.

Calcaire à
gryphites.Inclinaison
des couches
calcaires.

troisième mamelon granitique (1), formant une butte allongée du sud au nord. Le granite y renferme des couches de gneiss, avec lesquelles il alterne. Il est recouvert par des psammites quarzeux entièrement semblables à ceux de Remilly, et dans lesquels je n'ai observé également aucune trace de fossiles. Au-dessus du psammite, la formation argileuse a été reconnue dans une colline située près de Mâlain; elle y renferme des couches minces, subordonnées, de calcaire et de psammite; mais on y a cherché en vain, par un puits qui l'a entièrement traversée, les amas gypseux qu'elle contient à Mémont. Au-dessus de la formation argileuse, on observe le calcaire à gryphites, puis bientôt les terrains marneux supérieurs et le calcaire blanc.

Ce dernier terrain présente, dans cette contrée, une disposition remarquable, sur laquelle je reviendrai plus tard: je dois me borner, en ce moment à faire observer que les trois mamelons granitiques de Remilly, Mémont et Mâlain, sont situés à-peu-près sur une ligne droite dirigée du sud-sud-ouest au nord-nord-est, et que chacun d'eux semble recouvert, *en forme de manteau*, par les terrains de psammites, de marnes et de calcaire à gryphites; que cependant, du côté de l'ouest, on ne peut apercevoir distinctement l'allure des couches, parce qu'elles disparaissent promptement sous le grand plateau de calcaire blanc; mais que, de l'autre côté, on reconnaît bien aux couches du calcaire à gryphées une inclinaison générale vers l'est-sud-est, c'est-à-dire perpendiculaire à la ligne qui joint les trois mamelons de granite.

(1) Pl. VII, fig. 7.

(La suite à la prochaine livraison.)

ANALYSES

DE

SUBSTANCES MINÉRALES.

(EXTRAITS DE JOURNAUX.)

1. *Sur l'existence d'un groupe mobile de cristaux de carbonate de chaux dans l'intérieur d'un cristal de quartz*; par le Dr. Brewster. (Edim. phil. Journ. 1823.)

M. Allan conserve dans sa belle collection un cristal de quartz qui renferme une bulle triangulaire, d'environ un 12^e. de pouce de côté, dans laquelle on voit très-distinctement un groupe sphéroïdal de cristaux qui se meut librement dans le fluide dont la bulle est remplie; ce fluide paraît être de l'eau. Les cristaux sont très-transparens: vus par la lumière réfléchie, ils offrent une teinte blanchâtre; ils sont évidemment de même nature que des cristaux que j'ai observés avec M. le comte Compton dans les fissures de plusieurs morceaux de quartz de Québec: or, ces derniers cristaux ont une double réfraction très-forte, se dissolvent avec effervescence dans l'acide nitrique étendu, et se comportent comme du carbonate de chaux: c'est donc très-probablement aussi à cette espèce que l'on doit rapporter le groupe contenu dans le quartz de M. Allan.

2. *Gangue des DIAMANS du Brésil*. (Edim. phil. Journ.)

Il existe dans la magnifique collection miné-

rale de M. Héwland un diamant du Brésil renfermé dans une masse d'oxide de fer brunâtre.

M. Schuch, libraire de la princesse royale de Portugal, en possède un, implanté également dans un morceau de même nature.

On voit enfin dans la collection de M. Eschweiger une masse brune d'oxide de fer, renfermant un minéral vert qu'on suppose être de l'arséniat de fer, et dans lequel il existe aussi un diamant.

Il semble, d'après cela, que la véritable gangue du diamant du Brésil est un oxide de fer brunâtre.

3. SUIF DE MONTAGNE. (An. of phil. 1824, p. 155.)

Cette substance a été observée, pour la première fois, en Finlande, en 1736: elle a depuis été trouvée en Suède et à Strasbourg; M. Jameson vient de la rencontrer en Écosse. Sa couleur et son odeur sont analogues à celles du suif; sa pesanteur spécifique est de 0,6078. Elle se fond à 118° et bout à 290. Quand elle est fondue, elle est transparente et incolore, et sa densité devient 0,983. Elle est insoluble dans l'eau, mais elle est soluble à chaud dans l'alcool, l'huile et le naphte. Elle ne se combine pas avec les alcalis.

4. Note sur le BITUME contenu dans les mines de soufre; par M. Vauquelin. (An. de Ch., tome XXV, p. 50.)

Il est probable que la plupart des mines de soufre contiennent du bitume. Lorsqu'on distille du soufre non raffiné, il se dégage du gaz hydrogène sulfuré mêlé d'acide sulfureux, et il reste une matière noire, composée de carbonate de

chaux, de silicé, de fer, de charbon bitumineux, et d'une trace d'alumine et de magnésie. Une partie du bitume passe à la distillation sans se décomposer: de là vient sans doute que les soufres qui paraissent les plus purs donnent du gaz hydrogène sulfuré toutes les fois qu'on les fond avec des carbonates alcalins parfaitement secs.

5. Sur l'existence du BITUME dans les pierres; par M. G. Knox. (Trans. philos. 1823. 2^e. partie.)

J'ai décrit dans un mémoire précédent⁽¹⁾ le procédé à l'aide duquel j'ai retiré du bitume du pechtein de Newry et du pechtein de Meissen. En soumettant aux mêmes opérations un grand nombre de pierres, j'ai obtenu un résultat semblable à celui que ces deux minéraux m'avaient donné, c'est-à-dire un mélange d'eau et de bitume, mais en proportions très-diverses. Les minéraux que j'ai essayés sont les suivans: 1^o. le pechtein d'Arran; 2^o. la perlite de Tokai (Hongrie); 3^o. la pierre-ponce d'Islande; 4^o. l'amygdaloïde de l'île du Disco; 5^o. les basaltes secondaires de Newry; 6^o. le grunstein de transition de la montagne de Carbingford, dans le comté de Louth; 7^o. la terre bolaire de l'île de Disco; 8^o. les basaltes de la Chaussée des Géans; 9^o. les basaltes de l'île du Disco; 10^o. le grunstein de Clakhill; 11^o. la wake de l'île du Disco; 12^o. l'argile ferrugineuse de l'île du Disco; 13^o. l'argile ferrugineuse de Howtte; 14^o. l'amphibole de Schneeberg, dans la Haute-Saxe; 15^o. la tourmaline de Karorulik, dans le Groënland; 16^o. le pyroxène d'Arendal; 17^o. la serpentine de Zopplitz, dans la Haute-Saxe; 18^o. le schiste ar-

(1) Voy. *Annales des mines*, t. IX, p. 408.

gileux de Bangor, Galles septentrionale ; 19°. le feldspath blanc de Killivery, près Dublin ; 20°. le feldspath rouge d'Aberdeen, en Écosse ; 21°. le ménilite de Mesnil-Montant ; 22°. l'argile happante de Mesnil-Montant ; 23°. le micaschiste de Freiberg, en Saxe ; 24°. le mica des monts Oural, en Sibérie ; 25°. l'obsidiane des îles Lipari ; 26°. le quartz hyalin fétide de Nantes. Toutes ces substances scintillent plus ou moins quand on les projette dans du nitre fondu. Le feldspath adulaire et le cristal de roche n'ont rien produit par la distillation.

Le bitume extrait de cette grande variété de minéraux a la même couleur, la même odeur et la même volatilité. Il se produit quelquefois aussi un peu d'ammoniaque.

Les pierres vitrifiables se fondent, à une chaleur suffisante, en de véritables ponces.

Dans les minéraux de formation ancienne, tels que le mica, le schiste, etc., les substances volatiles et inflammables existent en moindre proportion que dans les minéraux d'origine plus récente.

On doit conclure de tous ces faits qu'il est nécessaire de faire précéder l'analyse d'une substance minérale d'une distillation, qui fournira l'eau, le bitume liquide et une partie du charbon, et d'examiner ensuite le résidu pour y rechercher le reste du charbon.

Nota. M. de Humboldt avait déjà fait, en 1822, des expériences curieuses sur la décoloration et le gonflement des obsidians. Il y a perte, disait-il, d'un principe colorant, et ne peut-on pas admettre que ce principe volatil est un hydrure de carbone analogue à celui qui existe peut-être

dans les silex pyromaque, si faciles à blanchir par le feu ? R.

6. *Découverte de l'IODE dans le sel de Bex.* (Extrait d'une lettre de M. de Charpentier à M. de Férussac. Bulletin.)

A la fin de décembre, j'ai découvert la présence de l'iode dans nos eaux-mères, en les traitant par l'amidon et le chlore. M. Baup s'occupe, dans ce moment, à en déterminer la quantité.

Famille
iode.

7. *Analyse de l'EAU DE RIO-VINAGRE, dans les Andes de Popayan,* par M. de Rivero, avec des *Éclaircissemens géognostiques et physiques sur quelques phénomènes que présentent le soufre, l'hydrogène et l'eau dans les volcans* ; par M. de Humboldt. (An. de Ch., t. XXVII, p. 113.)

L'eau du Rio-Vinagre contient :

Acide sulfurique	0,001080	} 0,001664.
Acide muriatique	0,000184	
Alumine	0,000240	
Chaux	0,000160	
Oxide de fer	trace.	

Famille
soufre.

Le Rio-Vinagre prend naissance à 1700 toises de hauteur, dans un endroit inaccessible du volcan de Puracé : ses sources sont très-chaudes ; il se précipite en cascades, qui tombent à plus de 60 toises de profondeur dans le Rio-Cauca. Cette rivière est dépourvue de poissons pendant un cours de quatre lieues, à cause du mélange de ses eaux avec celles du Rio-Vinagre.

Le volcan de Puracé est un dôme de trachite semi-vitreux, gris bleuâtre et à cassure conchoïde ; il offre non un grand cratère à son sommet, mais plusieurs petites bouches ; il diffère du vol-

can voisin, le Sotara, qui a lancé une immense quantité d'obsidianses de toutes couleurs.

Le système de roches basaltiques reste éloigné des trachites, et n'appartient qu'à la rive gauche du Cauca. La bouche du volcan de Puracé est une fente verticale, dont l'ouverture visible n'a que 6 pieds de long et 3 de large; elle est recouverte en forme de voûte par une couche de soufre très-pur, qui a 18 pouces d'épaisseur. Le bruit qu'on entend près de cette ouverture ne peut être comparé qu'à celui que causeraient plusieurs machines à feu au moment où l'on ferait échapper la vapeur condensée. L'ouverture communique à un bassin rempli d'eau en ébullition: cette eau n'a pas de goût acide, mais elle exhale une forte odeur d'hydrogène sulfuré, et elle contient de l'acide muriatique. Les vapeurs qui sortent avec violence de la crevasse sont de l'acide sulfureux. Il est probable que le soufre qui s'amasse sur les bords de cette crevasse est produit par la réaction de l'acide sulfureux et de l'hydrogène sulfuré.

Les neiges perpétuelles au-dessus desquelles s'élèvent les volcans des Andes sont la cause des grandes inondations que ces volcans occasionnent de temps à autre. Au Vésuve, les éjections boueuses ne sont qu'apparentes, et ne viennent ni de l'intérieur du cratère ni des crevasses latérales. Une immense tension électrique se manifeste dans l'atmosphère; des éclairs sillonnent l'air; les vapeurs aqueuses émises par le cratère se refroidissent; des nuages épais enveloppent le sommet, et pendant la durée de cet orage, restreint à un petit espace, l'eau descend par torrens, et se mêle aux matières tufacées qu'elle entraîne.

Les trachites de Puracé renferment du soufre comme ceux du Mont-d'Or, de Transylvanie, de l'île de Mont-Serrat et de l'Antisanä, et il s'en forme journellement dans les fentes.

Il existe aussi dans les Andes une très-grande quantité de soufre dans les terrains primitifs.

8. *Recherches chimiques sur le MICA*, par M. H. Rose. (An. der Physik. und Chem. 1824)

J'ai publié, il y a plusieurs années, l'analyse de trois micas à deux axes et d'un mica à un seul axe, et j'ai donné les formules qui m'ont paru représenter la composition de ces minéraux (1); mais comme M. Peschier a avancé que tous les micas renferment une proportion très-considérable d'oxide de titane, je me suis déterminé à faire de nouvelles recherches. Je n'ai point employé le procédé d'analyse de ce chimiste, parce qu'il ne peut pas donner de résultats précis; j'ai suivi la méthode ordinaire. J'ai eu soin de ne pas dessécher trop fortement la silice, et d'arroser la masse évaporée avec de l'acide muriatique concentré, pour dissoudre l'acide titanique. On doit ensuite trouver cet acide avec l'oxide de fer et non avec l'alumine, parce qu'il ne se dissout que difficilement dans la potasse. On le sépare de l'oxide de fer en le faisant rougir, puis digérer avec de l'acide muriatique; l'acide titanique n'est pas dissous. Pour doser l'alcali, j'ai traité ce minéral au creuset de platine par le nitrate de baryte.

J'ai analysé trois micas; savoir: 1°. le mica noir, ou plutôt vert, de Sibérie, qui n'a qu'un

Famille
potassium.

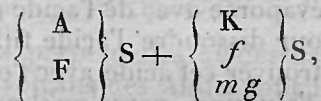
(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 301.

axe; ce mica a déjà été analysé par Klaproth, et c'est vraisemblablement celui dans lequel M. Peschier annonce avoir trouvé 0,30 de protoxide de titane; 2°. le mica blanc à deux axes d'Ochotz, en Sibérie; et 3°. un mica à deux axes des environs de Fahlun. J'ai obtenu les résultats suivans :

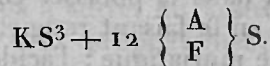
	Sibérie.	Ochotz.	Fahlun.
Silice	0,4000	0,4719	0,4622
Alumine	0,1267	0,3380	0,5452
Oxide de fer	0,1902	0,0447	0,0604
Magnésie	0,1570	0,0258	0,0211
Ox de mangan.	0,0063		
Potasse	0,0561	0,0835	0,0822
Chaux		0,0013	
Acide fluorique	0,0210	0,0029	0,0109
Eau		0,0407	0,0098
Acide titanique	0,0163		
	0,9736	1,0088	0,9918

Ces nouvelles analyses s'accordent parfaitement avec les anciennes, et elles portent à conclure :

Que la composition des micas à un axe est représentée par la formule :



et que les micas à deux axes ont pour formule :



Mais je conviens que l'exactitude de ces formules a besoin d'être vérifiée par un plus grand nombre d'analyses. Si mes conjectures se confirment, tous les micas à un axe devraient être de couleur verte; car cette couleur annonce la présence du protoxide de fer, qui, comme base à deux atomes d'oxygène, ne peut être contenu dans les micas à

deux axes. J'ai supposé que le fer se trouve dans le mica vert de Sibérie, partie à l'état de protoxide, partie à l'état de peroxide.

9. *Note sur la présence du TITANE dans le mica; par M. Vauquelin.* (An. de Ch., t. XXVII, p. 67.)

J'ai examiné un grand nombre de micas pour y chercher le titane que M. Peschier annonçait y avoir trouvé en proportion considérable. J'en ai rencontré des traces dans tous; mais ceux qui en contiennent le plus ne m'en ont certainement pas donné un centième.

Pour faire cette recherche, je fais chauffer le mica avec deux parties de potasse; je délaie dans l'eau, je sature d'acide muriatique, et je fais évaporer lentement. J'obtiens de la silice, que je lave et que je fais bouillir, encore humide, avec de l'acide muriatique concentré. Je fais évaporer la liqueur jusqu'à ce qu'elle ne soit plus que faiblement acide; je l'étends d'eau, et j'y verse de l'infusion de noix de galle, qui en précipite le titane à l'état de tannate d'un rouge jaunâtre, si le mica en contenait.

Pour reconnaître s'il reste du titane dans la silice, je la fais bouillir avec une forte solution de potasse, j'étends d'eau, je sature d'acide muriatique, et je verse de l'infusion de noix de galle dans la liqueur.

10. *Recherches sur l'HARMOTOME de Marbourg; par MM. Gmelin et Hepel.* (Zeitschrift für mineralogie. 1824, p. 1.)

L'harmotome de Marbourg se trouve dans une roche basaltique; elle se présente en cristaux dodécaèdres, dont la forme primitive est un oc-

taèdre aigu, dans lequel l'angle de deux faces opposées est de 88° ; on sait que l'harmotome ordinaire a aussi un octaèdre pour forme primitive, mais que cet octaèdre est obtus, puisque deux faces opposées forment entre elles un angle de $92^\circ 24'$.

L'harmotome de Marbourg devient opaque et friable à la flamme d'une bougie. Au chalumeau, elle se disperse à une chaleur vive; elle se fond en un verre translucide et bulleux, sans se bour souffler à une chaleur lente, et elle se dissout très-facilement dans le borax.

Elle se dissout en totalité dans l'acide muriatique étendu. Nous l'avons trouvée composée de :

Silice.	0,4851 à 0,4802
Alumine.	0,2176 à 0,2260
Potasse.	0,0633 à 0,0750
Chaux.	0,0626 à 0,0656
Oxid. de fer et de mang.	0,0029 à 0,0018
Eau.	0,1723 à 0,1675
	<hr/>
	1,0038 1,0061

Elle ne contient ni baryte ni acide fluorique; mais elle donne à la distillation un peu de bitume et une trace d'ammoniaque.

La formule qui exprime le mieux cette composition est $KS^2 + 2 CS^2 + 9 AS^2 + 14 Aq$ (1); mais la formule $KS^4 + 2 CS^2 + 8 AS^2 + 14 Aq$ serait plus analogue à $2 BS^4 + 8 AS^2 + 14 Aq$, qui, d'après M. Berzelius, convient aux harmotomes barytiques d'Andreasberg et d'Oberstein. Si ce rapprochement était exact, il faudrait en conclure que $KS^4 + 2 CS^2$ est isomorphe avec $2BS^4$.

(1) La formule $KS + 2 CS + 10 AS + 14 Aq$ se rapproche encore plus du résultat de l'analyse. R.

Nous avons trouvé aussi de la potasse dans l'harmotome du Vésuve; celle d'Oberstein renferme à-la-fois de la potasse et de la baryte.

Nous avons refait l'analyse de l'harmotome d'Andreasberg, et le D^r. Werneknich a analysé celle d'Annerode. Voici les résultats :

	Andreasberg.	Annerode.
Silice.	0,5630 . . .	0,5307
Alumine.	0,1450 . . .	0,2131
Baryte.	0,1752 . . .	0,0039
Chaux.	0,0100 . . .	0,0667
Soude.	0,0125 . . .	
Ox. de fer et de mang.		0,0056
Eau.	0,1169 . . .	0,1709
	<hr/>	
	1,0226	0,9909

11. *Analyse de la PINITE de Saint-Pardoux en Auvergne; par M. G. Gmelin. (Edimb. philos. Journ., n^o. 21, p. 87.)*

Chauffée dans le matras, après avoir été réduite en poudre, elle donne de l'eau qui répand une odeur empyreumatique, et qui contient de l'ammoniaque. Elle est composée de :

Silice.	0,55954	} 1,00356
Alumine.	0,25480	
Potasse.	0,07854	
Soude.	0,00386	
Oxide de fer.	0,05512	
Magnésie et manganèse.	0,03760	
Eau et matière animale.	0,01410	

12. *Examen chimique d'un fragment d'une MASSE SALINE considérable, rejetée par le Vésuve dans l'éruption qui a eu lieu en 1822; par M. Laugier. (Ann. du Muséum.)*

Cette masse est énorme; elle renferme une

Famille sodium.

quantité de sel marin si abondante, que les habitants pauvres de Naples et des environs se sont empressés d'en faire provision pour leurs besoins domestiques.

Elle est formée de deux substances: l'une, qui y entre pour les deux tiers, est blanche, cristalline, lamelleuse et friable; sa saveur est celle du muriate de soude, avec un arrière-goût d'amertume; l'autre, d'un brun rougeâtre, d'une saveur un peu salée, est plus dure que la première, et contient visiblement une assez grande quantité d'oxide rouge de fer.

La masse pulvérisée a été trouvée composée de:

Muriate de soude	0,629	} 0,963
Muriate de potasse.	0,105	
Sulfate de soude.	0,012	
Sulfate de chaux.	0,011	
Silice...	0,115	
Oxide de fer.	0,043	
Alumine.	0,035	
Chaux.	0,013	

13. *Analyse du SEL GEMME de Vic (Meurthe) et du SEL DES MARAIS SALANS de Marennes (Charente-Inférieure); par M. P. Berthier.*

Sels de Vic.

On distingue à Vic quatre variétés de sels; le sel blanc, le sel demi-gris, le sel gris et le sel rouge. Le sel blanc choisi est incolore et absolument pur. Le sel blanc commun est çà et là taché de rouge et de gris. Le sel demi-gris est un mélange de sel blanc et de sel gris, sa poussière est blanche. Le sel gris a une couleur gris de cendre plus ou moins foncée; il n'est pas homogène, et se compose de parties blanches transparentes et d'autres qui sont au contraire opaques et d'un gris noir: ce sel donne une légère

odeur de bitume lorsqu'on le broie; sa poussière est d'un blanc un peu grisâtre, et cette poussière passe au rose légèrement jaunâtre par la calcination. Le sel rouge se trouve en amas et en veines dans les couches d'argile salifère, ou disséminé entre les bancs de sel blanc; il est ordinairement fibreux, transparent et d'un rouge d'oxide de fer plus ou moins foncé et souvent très-beau: sa poussière est d'un blanc légèrement rosé. Ces quatre variétés sont composées comme il suit:

	Blanc.	demi-gris.	gris.	rouge.
Muriate de soude	0,993	0,978	0,903	0,998
Sulfate de chaux	0,005	0,003	0,050	
Sulfate de soude.		trace.	0,020	
Sulfate de magnésie.			trace.	
Argile bitumineuse.	0,002	0,019	0,020	
Peroxide de fer.				0,002
Humidité.			0,007	
	1,000	1,000	1,000	1,000

Les marais salans de Marennes fournissent quatre variétés de sels qui se distinguent par leur nuance de couleur: on les nomme sel demi-blanc, sel jaune, sel rouge et sel vert. Leur composition est à-peu-près la même et ne diffère que par la nature et la proportion de l'argile dont ils sont mélangés. Ils contiennent:

Sels de Marennes.

	demi-blanc.	jaune.	rouge.	vert.
Muriate de soude.	0,9720	0,9670	0,9678	0,9627
Mur. de magnés.	0,0040	0,0023	0,0068	0,0027
Sulfate de chaux.	0,0120	0,0121	0,0109	0,0109
Sulf. de magnésie.	0,0050	0,0066	0,0060	0,0080
Argile	0,0070	0,0120	0,0085	0,0157
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Ces sels sont colorés par l'argile qui forme le

fond des bassins et des canaux dans lesquels l'eau de la mer circule et s'évapore. L'argile du sel demi-gris est grise, colorée par du bitume et un peu d'oxide de fer. L'argile du sel jaune est très-jaune, colorée par de l'hydrate de fer; elle ne contient pas sensiblement de bitume. L'argile du sel rouge est grise, et colorée par un peu de bitume; mais elle devient rouge peu-à-peu, parce qu'elle contient de l'oxide de fer, dont la couleur se manifeste dès que le bitume commence à se détruire par l'action de l'air. Enfin l'argile du sel vert est d'un vert grisâtre; elle est colorée par du silicate de protoxide de fer et un peu de bitume.

Le sel demi-blanc se vend plus cher que les autres variétés.

Le sel rouge passé en Belgique pour être raffiné.

Le sel vert est préféré pour les salaisons, à cause de la teinte qu'il donne à la viande.

14. *Analyse des POLYALITHES de Vic*; par M. P. Berthier.

On trouve dans la mine de Vic, principalement dans les bancs de sel le moins pur, des veines et des amas d'un minéral que l'on a pris au premier aspect pour du muriate de soude très-mélangé d'argile, mais que l'analyse a fait voir être composé de plusieurs sulfates; c'est à cause de cela qu'on le désigne sous le nom de *polyalithe*; il y en a de rouge et de gris.

Le polyalithe rouge est d'un rouge d'ocre, translucide dans les parties minces. Sa poussière est d'un blanc rosé; il paraît souvent avoir une structure lamelleuse cubique, mais il doit cet aspect à un mélange de lames de muriate de soude; quand il contient peu de ce sel, sa cassure est

inégale ou vitreuse. On en a trouvé depuis peu quelques cristaux assez gros, mais incomplets et mal conservés; cependant ils suffisent pour qu'on reconnaisse que leur forme est un prisme rhomboïdal très-oblique, qui paraît être le même que celui de la glaubérite: il y a de ces cristaux qui sont incolores et transparens dans quelques parties, et mélangés inégalement dans d'autres parties de la matière colorante rouge. Le polyalithe se fond avec la plus grande facilité, et devient très-liquide à la chaleur rouge; par le refroidissement, il se prend en une masse compacte et cristalline comme le minéral natif. L'eau le décompose aisément, et laisse un résidu rouge, composé d'un mélange de sulfate de chaux et d'argile ferrugineuse.

Le polyalithe gris est compacte, sans aucune apparence cristalline, d'un gris de cendre et toujours opaque; il se fond beaucoup moins facilement que la variété rouge. Ces minéraux m'ont donné à l'analyse les produits suivans:

Sels anhydres.	<i>Polyalithe rouge.</i>		<i>Polyalithe gris.</i>
	Amorphe.	Cristallisé.	
Sulfate de chaux.	0,450	0,522	0,400
Sulfate de soude.	0,446	0,216	0,376
Sulf. de magnés.	0,025	0,005	0,176
Muriat. de soude.	0,064	0,189	0,154
Arg. et ox. de fer.	0,030	0,050	0,045
Perte par calcin.	0,010	0,020	0,080
	1,000	1,002	1,000

Il résulte évidemment de ces analyses que le polyalithe rouge est un mélange de glaubérite, de muriate de soude, d'argile ferrugineuse et de sulfate de chaux. Quant au polyalithe gris, il est possible que ce soit un composé de trois sulfates analogue à la glaubérite; et dans lequel le sul-

fate de magnésie remplace une quantité équivalente de sulfate de chaux et de sulfate de soude. Il sera intéressant de rechercher s'il en existe des morceaux cristallisés.

15. *Analyse des EAUX MINÉRALES de Bex*; par M. Mercanton, professeur suppléant de chimie et de minéralogie à Lausanne.

Il y a deux sources d'eaux minérales dans la vallée de Bex; la *source des îles* et la *source des mines*. On les a depuis peu utilisées en les conduisant dans une maison de bain. Elles contiennent:

	Source des îles.	Source des mines.
Sulfate de chaux.	0,000905	0,000020
Sulfate de magnésie.	0,000199	
Sulfate de soude.	0,000103	0,000492
Carbonate de chaux.	0,000162	0,000252
Carbon. de magnésie.	trace.	trace.
Muriate de magnésie.	0,000003	
Muriate de soude.	0,000018	0,002315
Hydrogène sulfuré.	0,000016	0,000054
Acide carbonique.	0,000073	0,000052
	<u>1,001479</u>	<u>0,003185</u>

L'eau de la source des îles répand, pendant tout le cours de l'évaporation, une odeur de bouillon fétide qui paraît provenir d'une substance analogue à celle que M. Longchamp a trouvée dans les eaux de Barèges.

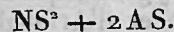
16. *Analyse de la SODALITE du Vésuve*; par M. Vachmester. (An. der phys. und Chem., 1824.)

Ce minéral est blanc, demi-transparent, à cassure grenue, raboteuse; il est accompagné de grenat. Au chalumeau, il se fond sans perdre sa transparence, en bouillonnant un peu, beaucoup plus facilement que l'albite et que la méso-

type: il se dissout lentement et sans effervescence dans le borax; il se fond sans se décomposer dans le sel de phosphore; avec la soude, il se fond, sur le charbon, en verre bulleux, avec un bouillonnement continu; avec l'oxide de cuivre, il ne manifeste pas la présence de l'acide muriatique. Il fait gelée avec les acides. Je l'ai trouvé composé de:

Silice.	0,5098	} 1,0087	oxygène. 25,64
Alumine.	0,2764		12,91
Soude.	0,2096		6,70
Acide muriatique.	0,0129		

En supposant l'acide muriatique combiné en partie avec de l'alumine et en partie avec de la soude, la formule de ce minéral paraît être



Quoique cette formule soit aussi celle que l'on peut déduire de l'analyse que le comte de Borkowski a faite du même minéral, les résultats numériques que j'ai obtenus ne sont pas d'accord avec les siens. Mon analyse diffère encore plus de l'analyse d'une autre sodalite que nous devons à M. Arfwedson, et qui lui a donné 0,053 d'acide muriatique. La sodalite de M. Arfwedson est beaucoup plus fusible que celle du Vésuve, et elle manifeste facilement au chalumeau la réaction de l'acide muriatique: elle constitue très-probablement une espèce différente.

17. *Analyse de l'ANALCIME*; par M. Henry Rose. (An. de Ch., t. XXV, p. 192.)

L'analcime, même en grands cristaux, est très-souvent mêlé de cristaux d'apophyllite, qu'il est quelquefois difficile de distinguer.

J'ai analysé deux variétés d'analcime cristallisé de Fassa, j'y ai trouvé :

Silice.	0,5512	} 0,9991	0,5647	} 1,0104
Alumine.	0,2299		0,2198	
Soude.	0,1353		0,1378	
Eau.	0,0827		0,0881	

Il s'ensuit que la formule de ce minéral est $NS^2 + 3AS^2 + 2Aq$. M. Vauquelin a obtenu des analyses qu'il a faites des résultats différens : il est probable que cela vient de ce qu'il s'est servi du nitrate de baryte, qui occasionne toujours des pertes. J'ai employé immédiatement l'acide muriatique, qui attaque très-facilement l'analcime réduit en poudre fine lorsqu'il n'a pas été calciné.

Si l'on compare la formule de l'analcime avec la formule de l'amphygène, qui est, d'après les analyses de Klapproth et d'Arfwedson, $KS^2 + 3AS^2$, et si l'on fait attention que ces deux minéraux ont la même forme cristalline, il paraîtra probable que dans les composés un atome de potasse peut être remplacé par un atome de soude et deux atomes d'eau, sans que la forme soit changée, comme M. Mitscherlich a prouvé qu'un atome de potasse peut être remplacé par un atome d'ammoniaque et deux atomes d'eau. Cette présomption est en quelque sorte justifiée par la composition de l'alun de soude.

18. *Examen comparatif d'un fossile de Kaisersthul, dans le district de Freyberg, et de l'élocolithe de Laurvig en Norwège*; par le Dr. Gmelin. (Journ. de Schweigger, t. VI, p. 74.)

Le fossile de Kaisersthul a un éclat gras, une couleur gris bleuâtre, un clivage conduisant au dodécaèdre à plans rhombes et une pesanteur spécifique de 2,3. Il a beaucoup d'analogie avec

l'élocolithe; mais il en diffère par la composition, comme le prouvent les analyses suivantes :

	Kaisersthul.	Laurvig.
Silice.	0,34016	0,44190
Alumine.	0,28400	0,34424
Chaux.	0,07266	0,00519
Soude.	0,12150	0,16879
Potasse.	0,01565	0,04733
Eau.	0,10759	.....
Acide sulfurique.	0,02860	.....
Acide muriatique.	0,00756	.....
Oxide de fer.	0,00616	0,01339
	0,98388	1,02084

19. *Analyse de la SCAPOLITE de Pargas*; par M. Hartwall. (An. of Phil., janvier 1824, p. 155.)

L'analyse de ce minéral a donné :

Silice.	0,4942	} 0,9862
Alumine.	0,2541	
Chaux.	0,1559	
Soude.	0,0605	
Magnésie.	0,0068	
Oxide de fer.	0,0140	
Oxide de manganèse.	0,0007	

20. *Description de l'ACHMITE*; par M. P. Ström. (Edimb. phil. Journ. 1823, p. 55.)

Ce minéral a été trouvé à Egers, à 5 lieues de Kongsberg en Norwège, dans un granite. Il se présente sous la forme de prismes rhomboïdaux très-allongés à arêtes tronquées. Il a quatre clivages parallèles aux faces longitudinales. Sa pesanteur spécifique est de 3,24. Il raie le verre. Il est d'un brun noir tirant sur le rougeâtre; sa raclure est verdâtre. M. Berzelius l'a trouvé composé de :

Silice.	0,5525	} 0,9870
Oxide de fer.	0,3125	
Oxid. de manganès.	0,0108	
Chaux.	0,0072	
Soude.	0,1040	

21. *Sur le BARYTO-CALCITE*; par M. Brooke (An. of Phil. 1824, p. 114.)

Famille
barium.

Ce minéral vient des mines de plomb du Cumberland. Il est translucide, blanc ou jaunâtre; il a un éclat un peu plus cireux que le carbonate de baryte. Sa dureté est intermédiaire entre celle du fluat de chaux et celle du spath calcaire. Sa pesanteur spécifique est de 3,66. Il se présente sous des formes variées, qui ont pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique, dans lequel l'angle de la base sur les faces latérales est de $102^{\circ} 54'$, et l'angle que les faces latérales font entre elles est de $106^{\circ} 54'$.

M. Children l'a trouvé composé de :

Carbonate de baryte. . . 0,659—1 at.
Carbonate de chaux. . . 0,336—1 at.

0,995

il renferme en outre des traces de fer et de manganèse.

22. *SPATH CALCAIRE STRIÉ (streifens-spath)*; par MM. Bernhardt et R. Brande. (Jour. de Schweigger, t. VII, p. 199.)

Famille cal-
cium.

Ce spath calcaire diffère de la chaux carbonatée commune par l'absence de l'un des trois clivages ordinaires, dont on aperçoit à peine quelques traces, et qui est remplacé par un nouveau clivage moins parfait, incliné sur les deux autres de 94° seulement. Il est composé de :

Carbonate de chaux. . . 0,9445 }
Carbonate de magnésie.. 0,0122 } 0,9897
Carbonate de fer. . . . 0,0280 }
Carbon. de manganèse.. 0,0050 }

23. *Analyse de la PIERRE A CHAUX d'Aberthaw*; par M. R. Phillips. (An. of philos. 8, p. 72.)

Cette pierre est très-estimée pour l'excellente qualité de la chaux qu'elle donne. Elle est composée de :

Carbonate de chaux. 0,8617 }
Alumine.. 0,0710 } 1,0000
Silice. 0,0340 }
Matière charbonneuse. 0,0167 }
Humidité. 0,0100 }
Oxide de fer 0,0066 }

24. *Analyse de la PIERRE CALCAIRE de Flavigny et de la CHAUX de Richard-Mesnil, près Nancy*; par M. Payen. (Société d'Encouragement.)

La pierre calcaire de Flavigny est d'une couleur brune noirâtre, très-compacte et très-tenace; sa pesanteur spécifique est de 2,619. Elle contient :

Silice. 0,136 }
Alumine.. 0,031 } 0,989
Carbonate de chaux. . . . 0,790 }
Carbonate de magnésie.. 0,010 }
Carbonate de fer. 0,019 }
Carbonate de manganèse. 0,003 }

On exploite à Richard-Mesnil deux sortes de pierres avec lesquelles on fabrique de la chaux grise et de la chaux blanche, qui, abstraction faite d'une petite quantité d'acide carbonique, sont composées de :

	Chaux grise.	Chaux blanche.
Silice soluble dans les acides.	0,1630	0,0002
Silice insoluble.	0,0550	0,0220
Alumine.	0,0340	0,0152
Chaux.	0,7005	0,9580
Magnésie.	0,0173	0,0025
Oxide de fer.	0,0212	0,0007
Oxide de manganèse.	0,0050	trace.
	0,9960	0,9986

La chaux grise de Richard-Mesnil et celle qui provient de la pierre de Flavigny sont employées pour construire des pavés cimentés d'une grande solidité. La chaux blanche de Richard-Mesnil est une chaux grasse.

25. *Recherches sur la prétendue TRÉMOLITE de Gjellebaek près Christiana, en Norwège; par W. Hisinger. (Handlingar, 1825.)*

Cette prétendue trémolite existe avec plusieurs autres minéraux cristallisés, tels que le grenat, l'épidote, la scapolite, etc., dans un calcaire grenu de formation intermédiaire. Elle est d'un blanc de neige lorsqu'elle sort de la carrière; mais elle devient grise à l'air. Sa texture est rayonnée. Elle est très-phosphorescente par le frottement. Au chalumeau, elle se fond en un verre incolore demi-transparent.

D'après les résultats de l'analyse, on doit la considérer comme un trisilicate de chaux mêlé de carbonate de chaux et de silicates de fer et de manganèse. Sa composition peut être représentée comme il suit :

Silice.	0,3984	}	0,6356—CaS ³
Chaux.	0,2372		
Chaux.	0,1470	}	0,2607—CaC ²
Acide carbonique.	0,1136		
Protox. de mangan.	0,0495	}	0,0992— ^m f ^g } S
Protoxide de fer.	0,0143		
Silice.	0,0353		
	0,9955		0,9955

26. *Analyse de l'ESSONITE de Ceylan; par M. G. Gmelin. (Edimb. phil. Journ., n^o. 21, p. 227.)*

Pesanteur spécifique, 3,783; composition :

Silice.	0,40006	}	0,98156
Alumine.	0,22996		
Chaux.	0,30573		
Oxide de fer.	0,03666		
Potasse.	0,00589		
Eau.	0,00326		

27. *Analyse de la MAGNÉSIE CARBONATÉE du Hartz; par M. Walmstadt. (An. of Phil., juillet 1823, p. 75.)*

Carbonate de magnésie.	0,8456	}	0,9838
Carbonate de fer.	0,1002		
Carbonate de manganèse.	0,0319		
Quarz.	0,0030		
Eau.	0,1051		

Famille magnésium.

28. *Analyse du PÉRIDOT GRANULEUX de Langeac, département de la Haute-Loire; par M. P. Berthier.*

Langeac est une petite ville qui se trouve sur la rive gauche de l'Allier, à 20 kilomètres au-dessus de Brioude. Elle est intéressante pour le géologue et pour le mineur : on y voit réunis le sol primitif, le terrain houiller et les basaltes. On y exploite quelques couches de houille très-minces, et un grès houiller dont on fait d'excellentes meules à aiguiser.

Les basaltes s'étendent en coulées très-vastes et très-épaisses sur la gauche de l'Allier, et ils sont remarquables par la grande quantité de péridot qu'ils contiennent. Ce minéral y est répan-

du en boules de toute grosseur; il y en a qui atteignent la grosseur de la tête: ces boules se désagrègent très-facilement; elles se brisent sous le choc en grains amorphes, et il est presque impossible de les tailler en échantillons: elles sont ordinairement parfaitement homogènes. Le péridot dont elles se composent est d'un vert olive clair, fortement translucide et souvent irisé. Il contient:

Silice. 0,408	Silic. de magnés. 0,7360
Magnésie. 0,416	Silicate de fer. . 0,2589
Protox. de fer. 0,164	
0,988	0,9752

D'après les quantités d'oxygène contenues dans la silice, la magnésie et l'oxyde de fer, et qui sont 20,5, 16 et 3,8, on voit que ce minéral a pour formule $fS + 4MS$. Cette composition est identique avec celle que Klaproth a donnée dans ses Mémoires, pour le péridot hyalin.

29. *Analyse de la STÉATITE cristallisée*; par Deway. (Jour' de Siliman, 6. 334.)

Ce minéral ne pèse que 2,0. Il contient:

Silice 0,5060	} 0,9827
Magnésie 0,2883	
Oxyde de fer. 0,0259	
Oxyde de manganèse... 0,0110	
Alumine 0,0015	
Eau. 0,1500	

30. *Analyse de l'ACTINOTE VITREUSE de la Delaware*; par M. H. Sybert. (Am. Jour. of scien., t. VI, p. 431.)

Cette actinote est fusible en émail vert. Elle contient:

Silice. 0,56333	} 0,97998	Oxygène. 22,33
Magnésie. 0,24000		9,29
Chaux 0,10666		3,84
Alumine 0,01666		
Oxyde de fer. 0,04300		0,97
Oxyde de chrome. trace.		
Eau. 0,01033		

31. *Observations sur la DIALLAGE*; par M. Haidinger. (Transactions d'Edimb., t. X, p. 127.)

M. Haidinger croit et cherche à prouver que la diallage verte est un composé de lames très-minces de hornblende et d'augite, quelquefois séparées et quelquefois mêlées les unes avec les autres.

32. *HYALOSIDÉRITE*; par M. le Dr. Valchner (Jour. de Schweigger.)

Cette substance a été trouvée près de Saasbach en Brisgaw, dans une roche trapéenne; elle est accompagnée d'augite et de spath amer.

Sa couleur varie du rouge au brun rougeâtre. Sa cassure est légèrement vitreuse, son éclat extérieur métallique; sa pesanteur spécifique est de 2,875.

Elle se présente en prismes quadrangulaires aplatis, de forme analogue au péridot, ou en grains arrondis. Elle est composée de:

Silice 0,31634	} 0,99227
Deutoxyde de fer. . . 0,29711	
Magnésie 0,32403	
Alumine 0,02211	
Oxyde de manganèse.. 0,00480	
Potasse. 0,02788	
Oxyde de chrome.... trace.	

Cette substance a la même composition ato-

mique que certaines scories de forges; elle n'en diffère qu'en ce que l'oxide de fer est en partie remplacé par une quantité équivalente de magnésie.

33. *Examen de la substance rose de Quincy* (département du Cher); par M. P. Berthier.

On voit à Mehun un dépôt de calcaire d'eau douce, qui s'étend à une assez grande distance autour de cette ville, et qu'on peut suivre sans interruption jusqu'au-delà du village de Quincy, sur le Cher. Ce calcaire est blanc, grenu, presque terreux comme la craie; il renferme beaucoup de silex en couches ou en amas, mais jamais en rognons. En examinant ce calcaire en 1812, j'y remarquai une substance rose, qui s'y trouve disséminée irrégulièrement par taches et veinules, et qui pénètre jusque dans le silex. Cette substance est rare, et je ne pus m'en procurer que de petits échantillons, que j'examinai aussitôt mon arrivée à Paris. J'ai fait connaître cette localité à plusieurs minéralogistes, en les priant de ramasser pour moi une certaine quantité de la substance rose; je sais qu'ils en ont effectivement recueilli beaucoup, mais ils ne m'en ont remis que des morceaux insignifiants, et j'apprends maintenant qu'ils ont distribué la plus grande partie à des marchands. Comme je ne prévois pas qu'il me soit possible d'en faire venir de Quincy, et que plusieurs personnes paraissent désirer connaître sa composition, je me détermine à publier le résultat de mes essais.

Le calcaire le plus coloré ne contient que 0,02 à 0,05 de la substance rose. On peut obtenir cette substance à l'état de pureté, en traitant le cal-

caire par l'acide acétique ou par l'acide muriatique affaibli. Elle est légère, floconneuse et d'un beau rouge de carmin; un très-faible degré de chaleur la décolore; elle devient d'abord violâtre, puis grise, et enfin d'un blanc jaunâtre, et il s'en dégage de l'eau pure. Les acides faibles, et les acides forts étendus d'eau, ne l'attaquent pas; les acides concentrés l'attaquent, mais difficilement et imparfaitement; elle fait gelée, et l'acide contient de la magnésie et du fer. En la traitant par les alcalis au creuset d'argent, j'y ai trouvé :

Silice.	0,54	} 0,98
Magnésie.	0,19	
Protox. de fer.	0,08	
Eau, etc.	0,17	

Elle ne contient pas la plus petite trace de manganèse ni de cobalt. La matière qui la colore est évidemment un combustible de nature végétale. C'est dans l'intention d'examiner cette matière que j'aurais désiré pouvoir me procurer une certaine quantité du minéral.

En supposant que le fer soit à l'état de protoxide dans la pierre de Quincy, on trouve que sa composition est à très-peu-près exprimée par la formule $fS^3 + 3MS^3 + 6Ag$. Si on juge qu'elle mérite de recevoir un nom particulier, on pourra lui donner celui de *quincyte*, du nom du lieu où elle a été trouvée.

34. *Analyse d'un nouveau minéral de Candie, île de Ceylan*; par le Dr. Gmelin. (Edimb. phil. Journ. 1823, p. 384.)

Ce minéral est extrêmement dur, il raie le cristal de roche. Sa couleur est le noir de ve-

lours ; sa cassure est conchoïde, vitreuse. Sa pesanteur spécifique est de 3,617. Il est infusible au chalumeau sans addition. Il est composé de :

Alumine	0,57200	} 0,99108
Protoxide de fer	0,20514	
Magnésie	0,18240	
Silice	0,03154	

La silice que donne l'analyse est accidentelle, et paraît provenir uniquement du mortier.

Cette pierre est un spinelle, dont la composition peut être exprimée par la formule $MA^3 + fA^2$.

35. *Rapport sur un mémoire de M. Laugier*; par MM. Gay-Lussac et Vauquelin. (Ann. de Ch., t. XXVII, p. 311.)

Le mémoire de M. Laugier a pour objet l'analyse de trois minéraux recueillis par M. Leschenault, l'un à Bombay, le second à Candy, district de Ceylan, et le troisième sur la côte de Coromandel.

Le minéral de Bombay paraît être une pierre de touche. Il est composé de silice, de protoxide de fer, d'alumine, de magnésie, d'une petite quantité de chaux, de charbon et d'une trace de soufre.

Le minéral de Candy a une couleur foncée, une pesanteur spécifique de 3,7, raie le quartz, et est infusible au chalumeau. Il est très-difficile à attaquer : il a fallu plus de 12 parties de potasse, employées en quatre traitements, pour le fondre entièrement. Il contient :

Alumine	0,650	} 0,985
Magnésie	0,130	
Oxide de fer	0,165	
Silice	0,020	
Chaux	0,020	
Oxide de mangan	trace.	

Cette pierre devra être réunie au genre spinelle. Descostils avait obtenu un résultat semblable de l'analyse de la ceylanite, il y a vingt ans. Pour le troisième minéral, voyez l'article 38.

36. *Notice sur la LENZINITE des environs de Saint-Sever*; par M. Léon Dufour. (Ann. des scienc. natur. 1824, p. 21.)

La lenzinite est en rognons, qui sont quelquefois aussi gros que la tête; elle est très-tendre et douce au toucher. Il y en a trois variétés : l'une est jaunâtre ou blanche, demi-transparente, luisante et à cassure conchoïde. La seconde est grisâtre, jaunâtre ou noirâtre et opaque. La troisième est d'un blanc mat nacré, faiblement transparente, se hrisant subitement dans l'eau, et se convertissant en une efflorescence farineuse par la privation de l'humidité. Ce minéral gît dans un sable mêlé d'argile, qui se rapporte à la formation du sable de Montmartre.

M. Pelletier a analysé la lenzinite blanche, et y a trouvé :

Silice	0,50	} 0,98
Alumine	0,22	
Eau	0,26	

37. *Description et analyse d'un nouveau minéral nommé SILLIMANITE*; par G.-T. Bowen. (Journ. de Phil. 1824, p. 113.)

La sillimanite a été trouvée dans un filon de quartz, encaissé dans un gneiss, à Saybrook, ville du Connecticut. Elle a beaucoup de rapports avec l'antophyllite. Sa couleur est le gris foncé passant au brun. Elle est plus dure que le quartz. Sa pesanteur spécifique est de 3,41. Elle cristallise en

Famille
aluminium.

prismes rhomboïdaux obliques, dans lesquels les faces latérales font un angle de $106^{\circ},30'$ et $73^{\circ},30'$, et l'inclinaison de la base sur l'axe est de 113° . Elle a donné, à l'analyse :

Silice	0,4267	} 0,9928
Alumine	0,5411	
Oxide de fer	0,0199	
Eau	0,0051	

38. *Analyse de la TOURMALINE*; par M. Gmelin. (An. of Phil. 1824, p. 72.)

Les espèces examinées par M. Gmelin sont au nombre de six, et toutes de localités différentes. Elles renferment de 0,02 à 0,06 d'acide borique, qui paraît en être un élément essentiel. Elles contiennent aussi deux bases alcalines, dans quelques-unes la potasse et la soude, dans d'autres la lithine. La magnésie existe aussi dans plusieurs échantillons; mais elle ne paraît pas être aussi essentielle que les alcalis. L'oxide de fer est quelquefois surabondant, et d'autres fois il manque totalement.

La tourmaline rouge de Moravie (rubellite de Rozena) et la tourmaline d'Eibenstock, en Saxe, qui avait été analysée par Klaproth, sont composées de :

	Moravie.	Eibenstock.
Silice	0,42127	0,33048
Alumine	0,36430	0,38236
Protoxide de fer		0,23857
Oxide de mangan.	0,06520	
Potasse	0,02405	} 0,03175
Soude		
Lithine	0,02403	
Chaux	0,01200	0,00857
Acide borique	0,05744	0,01890
Matière volatile	0,01313	
	0,97942	1,01063

39. *Examen de quelques minéraux du genre GRENAT*; par M. Vachmester. (An. der phys. und chem., 1824.)

Les grenats forment un des genres les plus remarquables de la minéralogie. Leurs caractères physiques et leur composition sont très-diversifiés; mais comme ils ont exactement le même système cristallin, Haüy les a tous réunis en une seule espèce: cependant ce savant était trop éclairé pour n'avoir pas aperçu la grande discordance qui, dans ce système, existe entre la cristallographie et les résultats de l'analyse chimique; et il remarque, dans son tableau comparatif, que, même en faisant abstraction des mélanges mécaniques, on ne peut trouver de principes communs aux différentes variétés du grenat.

Aujourd'hui, le principe des proportions définies de M. Berzelius, et la découverte de M. Mitscherlich, relative à la propriété qu'ont les bases isomorphes de se remplacer mutuellement dans les combinaisons sans que la forme de celles-ci éprouve de variations, permettant d'espérer de trouver dans les grenats une loi de composition commune, je me suis occupé de la recherche de cette loi, et j'ai entrepris dans ce but l'analyse d'un grand nombre de variétés de ce minéral. Avant de faire connaître le résultat de mon travail, j'indiquerai le procédé que j'ai suivi.

A. On a fait chauffer 1 gram. du minéral, porphyrisé après avoir été calciné, avec 5g. de carbonate de potasse pendant 2 heures; on a délayé la masse dans l'eau et saturé d'acide muriatique; puis on a évaporé à une douce chaleur, et repris le

résidu par un peu d'acide muriatique et par l'eau ; la silice a été dosée.

B. On a ajouté du carbonate neutre de potasse à la dissolution placée dans un vase couvert par un morceau de verre convexe, pour que l'effervescence n'occasionne aucune perte; l'alumine et l'oxide de fer se sont précipités.

C. On a fait bouillir ce précipité avec de la potasse caustique, qui a dissous l'alumine, et on a précipité cette terre en saturant d'acide muriatique et ajoutant du carbonate d'ammoniaque.

D. Le manganèse a été précipité de la liqueur C par l'hydrosulfate d'ammoniaque, redissous dans l'acide muriatique et précipité de nouveau par le carbonate de potasse.

E. La dissolution D a été saturée d'acide muriatique, puis d'ammoniaque, et on y a ajouté ensuite de l'oxalate d'ammoniaque, qui a précipité la chaux : l'oxalate de chaux a été chauffé au rouge naissant, et par là changé en carbonate de chaux. La magnésie a été précipitée ensuite par le carbonate de potasse, en ayant la précaution d'évaporer à siccité, etc.

Lorsque les grenats ne contenaient pas de magnésie, au lieu de précipiter la dissolution A par le carbonate de potasse, on précipitait le fer, le manganèse et l'alumine par l'ammoniaque; on enlevait l'alumine par la potasse caustique, et pour séparer ensuite le fer du manganèse, on dissolvait dans l'eau régale; on neutralisait aussi exactement que possible par l'ammoniaque; on précipitait le fer par le succinate d'ammoniaque; on lavait le dépôt d'abord à l'eau, puis avec de l'ammoniaque, et on le calcinait avec le contact de l'air, etc.

On n'a jamais négligé de rechercher la petite quantité de silice que le manganèse, la magnésie, etc., et sur-tout l'alumine, retiennent toujours, en dissolvant ces substances calcinées dans les acides : pour l'alumine, on se servait de l'acide sulfurique.

Quelques grenats ont donné une proportion notable de potasse; ils sont, ainsi que plusieurs autres variétés, totalement attaquables par les acides, et on peut les analyser en les traitant de cette manière. Après avoir séparé la silice, précipité l'alumine, le fer et le manganèse par l'hydrosulfate d'ammoniaque et la chaux par l'oxalate, on évapore la liqueur et l'on calcine le résidu. On pèse le sel alcalin, on le dissout dans l'eau, et on y ajoute une dissolution de muriate double de platine et de soude; on évapore à sec et l'on fait digérer de l'alcool, de force moyenne, sur le dépôt : tout le sel double de soude se dissout, et le sel double de potasse reste en totalité; d'après son poids, on déduit celui de la potasse, en admettant qu'il en renferme 0,3073. On détermine la proportion de la soude, lorsqu'il y en a, par différence.

Le tableau suivant présente la composition de tous les grenats que j'ai examinés.

	Engso. (1)		New-Yorck. (2)		Halland. (3)		Halland. (4)	
		oxig.		oxig.		oxig.		oxig.
Silice.	0,4060	20,4	0,4250	21,4	0,4100	20,6	0,4200	21,1
Alumine.	0,1995	9,3	0,1916	8,9	0,2010	9,4	0,2100	9,8
Protoxide de fer.	0,3393	7,7	0,2357	7,6	0,2881	6,5	0,2518	5,7
Protox. de mangan.	0,0669	1,5	0,1549	1,1	0,0288	0,6	0,0237	0,5
Chaux. . . . .	...	...	0,0107	0,3	0,0150	0,4	0,0498	1,4
Magnésie. . . . .	...	...	...	...	0,0604	2,3	0,0432	1,7
	1,0117		1,0179		1,0033		0,9985	
Formules	$AS + \frac{f}{mn} S$		$AS + \frac{f}{mn} S$		$AS + \frac{f}{mn} S$		$AS + \frac{f}{mn} S$	

	Arendal. (5)		Vilnifluss. (6)		Vésuve. (7)		Hessel-Kulla. (8)	
		oxig.		oxig.		oxig.		oxig.
Silice.	0,4245	21,3	0,4055	20,4	0,3993	20,1	0,3813	19,2
Alumine.	0,2247	10,5	0,2010	9,4	0,1345	6,3	0,0732	3,4
Peroxide de fer. . . . .	...	2,8	0,0500	1,5	0,1095	3,4	0,1942	5,9
Protoxide de fer.	0,0929	1,4	...	...	0,0335	0,8	...	...
Protox. de mangan.	0,0627	1,9	0,0048	0,1	0,0140	0,3	0,0330	0,7
Chaux.	0,053	5,2	0,3486	9,8	0,3166	8,9	0,3165	8,8
Magnésie.	0,1343	...	...	...	...	...	...	...
Acide carbonique. . . . .	...	...	...	...	...	...	0,0018	...
	1,0044		1,0099		1,0074		1,0000	
Formules.	$AS + \frac{f}{mn} S$		$AS + \frac{f}{mn} S$		$AS + \frac{f}{mn} S$		$AS + \frac{f}{mn} S$	

	Arendal. (9)		Hessel-Kulla. (10)		Langbans- hyttan. (11)		Alteneau. (12)	
		oxig.		oxig.		oxig.		oxig.
Silice.	0,4020	20,2	0,3799	19,1	0,3510	17,7	0,3564	17,9
Alumine.	0,0695	3,2	0,0271	1,5	...	...	...	...
Peroxide de fer.	0,2050	6,3	0,2853	8,8	0,2910	8,9	0,3000	9,2
Protox. de mangan.	0,0400	0,9	0,0162	0,1	0,0708	1,6	0,0302	0,7
Chaux.	0,2948	8,3	0,3074	8,6	0,2694	7,5	0,2921	8,2
Potasse. . . . .	...	...	...	...	0,0098	...	0,0255	0,4
Acide muriatique. . . . .	...	...	...	...	0,0080	...	...	...
	1,0115		1,0159		1,0000		1,0022	
Formules.	$F \left\{ \begin{matrix} A \\ S \end{matrix} \right\} + \frac{C}{mn} S$		$F \left\{ \begin{matrix} A \\ S \end{matrix} \right\} + \frac{C}{mn} S$		$FS + \frac{C}{mn} S$		$FS + \frac{C}{mn} S$	

(1) *Grenat de l'île d'Engso*, dans le lac Méthal. Cristallisé en trapézoèdre, dont les angles sont tronqués, à cassure lamelleuse et inégale, mat, d'un rouge foncé tirant sur le violet, translucide sur les bords, raie le quartz. Pesanteur spécifique, 4,236. Il est accompagné de feldspath blanc taché de vert.

Le grenat de Falhun, dans lequel Hisinger a trouvé :

Silice.	0,3966	} 0,9900
Alumine.	0,1966	
Protoxid. de fer.	0,3968	

lui est analogue, puisqu'il a pour formule $AS + fS$.

(2) *Grenat de New-Yorck*. Cristallisé en dodécaèdre rhomboïdal; brillant; d'un rouge violacé sombre; raie le quartz. Pesanteur spécifique, 3,90. Il a pour gangue un schiste très-micacé.

(3) *Grenat de Halland*, à cassure unie et iné-

gale, d'un rouge clair violacé, poussière gris clair, translucide sur les bords, raie le quartz. Pesanteur spécifique, 4,188.

(4) *Grenat lamelleux de Halland*. Il ressemble au précédent; mais il a une cassure lamelleuse, et il présente trois clivages distincts.

(5) *Grenat noir d'Arendal*. Cristallisé en dodécaèdres allongés, dont les arêtes latérales sont émarginées; opaque; d'un noir de charbon éclatant; poussière gris de plomb: il a la dureté du quartz. Pesanteur spécifique, 3,157. Il est inattaquable par les acides. On le trouve en masses ou en cristaux groupés dans une roche calcaire.

Ce grenat est remarquable par sa légèreté et par la grande quantité de magnésie qu'il contient. Il est mêlé d'un peu de carbonate de chaux, et probablement de silicate de chaux.

(6) *Grenat de Vilnifluss au Kamtschatka*. Cristallisé en trapézoèdres allongés, dont douze angles sont alternativement tronqués; à cassure unie; transparent; d'un vert gris clair ou vert pomme; poussière blanche; il raie le quartz. Pesanteur spécifique, 3,64. Il est attaqué en partie par l'acide muriatique.

Ce grenat ne contient presque pas de fer: cette circonstance le rend intéressant; malgré la couleur verte, je crois que ce métal s'y trouve, pour la plus grande partie, à l'état de peroxide. On peut considérer ce grenat comme formé de $AS + CS$ mêlés avec $\frac{f}{mn} S + FS$. M. Libeschitz a décrit ce grenat sous le nom de grossular, dans les *Annales* de Gilbert (t. 72, p. 429). L'aplome, analysé par M. Laugier, lui est analogue.

(7) *Grenat du Vésuve*, en petits cristaux dodécaèdres groupés, éclatans, d'un brun rougeâtre clair; translucide sur les bords; raie fortement le verre, mais ne raie pas le quartz. Pesanteur spécifique, 3,428. Il accompagne la sodalite. Je suppose que le fer s'y trouve, partie à l'état de peroxide, partie à l'état de protoxide.

(8) *Grenat verdâtre de Hessel-Kulla*. A cassure éclatante, translucide sur les bords, d'un gris sombre tirant au vert; poussière vert cendré; se dissout dans l'acide muriatique avec une légère effervescence. Il est accompagné de feldspath couleur de chair et de carbonate de chaux.

(9) *Grenat brun d'Arendal*. Cristallisé en trapézoèdres, opaque, très-peu éclatant; poussière gris brun, raie à peine le quartz. Pesanteur spécifique, 3,665.

(10) *Grenat brun de Hessel-Kulla*, à cassure unie, opaque, d'un bleu sombre passant au brun; poussière gris brun. Il raie le verre, mais il ne raie pas le quartz. Il fait une légère effervescence avec l'acide muriatique.

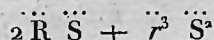
(11) *Grenat jaune de Langbanshyttan*. A cassure unie ou granuleuse, couleur de gomme-gutte, translucide sur les bords; raie le verre, ne raie pas le quartz; poussière jaune citron. Pesanteur spécifique, 3,965. L'acide muriatique l'attaque avec effervescence. On le trouve en masse, et il est souvent accompagné de *rothofite*; il est mêlé d'une petite quantité de carbonate de chaux.

(12) *Grenat jaune d'Alteneau*. Cristallisé en dodécaèdres allongés, à cassure unie un peu granuleuse, d'un jaune sombre de gomme-gutte; poussière jaune blanchâtre; raie faiblement le quartz.

Pesanteur spécifique, 3,87. Il se dissout sans effervescence dans l'acide muriatique. On le trouve dans une mine de fer oxidé magnétique. Il a la plus grande analogie, par ses caractères et par sa composition, avec le grenat de Langbanshyttan; cependant il reste à savoir si la potasse en fait partie constituante comme base à deux atomes d'oxygène, ou si elle est mécaniquement mélangée à l'état de silicate.

Le grain qu'on observe dans la plupart de ces analyses vient de la difficulté qu'on éprouve à laver complètement les précipités.

Quoique je n'aie pu examiner qu'un petit nombre de variétés de grenats, l'ensemble de mes analyses paraît conduire à une loi constante de constitution chimique. On voit en effet que ces minéraux se composent de silicates à bases d'oxides, dont les uns (l'alumine et le peroxide de fer) renferment 3 atomes d'oxygène, et les autres (les protoxides de fer et de manganèse, la chaux et la magnésie) en renferment deux; que dans chaque série les oxides peuvent se remplacer réciproquement, et que la silice contient toujours autant d'oxygène que toutes les bases ensemble. Si donc on désigne par R le radical des oxides à 3 atomes et par r le radical des oxides à 2 atomes, on pourra exprimer par la formule



la loi de composition atomique des grenats. Presque toutes les analyses donnent, à la vérité, un petit excès de silice; mais cet excès est accidentel, et provient soit du mortier dans lequel

on a porphyrisé le minéral, soit de la potasse avec laquelle on l'a attaqué, et sur-tout du mélange mécanique de quartz dont très-peu de grenats sont exempts.

J'ai examiné les analyses de grenats qui ont été faites avant les miennes, pour voir si elles conduisent toutes à la même loi de composition, et j'ai trouvé que les plus récentes s'accordent parfaitement avec cette loi. On pourra s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur le tableau suivant. Quant aux anciennes analyses, elles s'en écartent quelquefois beaucoup; mais on ne peut pas les regarder comme très-exactes, parce qu'à l'époque où elles ont été faites, les procédés do-

	Almandin. (1)		De Bohême. (2)		Fahlun. (3)		de Dannemora. (4)		De Sibérie. (5)	
		oxig.		oxig.		oxig.		oxig.		oxig.
Silice	0,377	18,9	0,360	18,1	0,397	19,7	0,340	17,1	0,440	22,1
Alumine	0,273	12,7	0,220	10,3	0,197	9,2	0,180	8,6	0,085	3,9
Perox. de fer. . . . .	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,120	3,6
Protox. de fer.	0,323	7,4	0,368	8,4	0,397	9,1	0,090	2,0	.....	.....
Prot. de mang.	0,002	.....	.....	.....	.....	.....	0,219	4,8	0,020	.....
Chaux . . . . .	.....	.....	0,030	0,8	.....	.....	0,165	4,6	0,355	10,0
Magnésie . . . . .	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,005	.....	.....	.....
	0,975		0,978		0,991		0,999		1,020	
Formules.			AS + $\left. \begin{matrix} f \\ c \end{matrix} \right\} S$		AS + f S		$\left. \begin{matrix} A \\ F \end{matrix} \right\} S + \left. \begin{matrix} mn \\ c \\ f \end{matrix} \right\} S$		$\left. \begin{matrix} F \\ A \end{matrix} \right\} S + \left. \begin{matrix} C \\ f \end{matrix} \right\} S?$	

	Mélanite. (6)		Mélanite. (7)		Mélanite. (8)		Thuringe. (9)		Rothoffite. (10)	
		oxig.		oxig.		oxig.		oxig.		oxig.
Silice	0,355	17,9	0,340	17,1	0,345	17,4	0,345	17,4	0,350	17,9
Alumine	0,060	2,8	0,064	0,3	0,010	0,5	0,020	0,9	0,002	0,9
Perox. de fer.	0,252	7,7	0,255	7,8	...	...	0,250	0,7	0,260	8,0
Prot. de fer. . . . .	...	...	...	...	0,360	8,2	...	...	...	...
Prot. de mang.	0,004	...	...	...	...	...	0,032	0,7	0,080	1,9
Chaux	0,325	9,1	0,330	9,3	0,243	6,9	0,308	8,6	0,247	6,3
Magnésie . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Acide carbon. . . . .	...	...	...	...	...	...	0,042	...	...	...
Soude . . . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	0,012	...
	0,996		0,989		0,958		0,997		0,977	
Formules.	$\left. \begin{matrix} F \\ A \end{matrix} \right\} S + C S$		$\left. \begin{matrix} F \\ A \end{matrix} \right\} S + C S$		$\left. \begin{matrix} F \\ A \end{matrix} \right\} S + \left. \begin{matrix} C \\ f \end{matrix} \right\} S$		$\left. \begin{matrix} F \\ A \end{matrix} \right\} S + \left. \begin{matrix} C \\ mn \end{matrix} \right\} S$		$FS + \left. \begin{matrix} C \\ mn \end{matrix} \right\} S$	

(1) *Almandin*, analysé par Klaproth. Le fer est certainement dans ce grenat à l'état de protoxide; mais il est probable que l'analyse n'est pas exacte.

(2) *Grenat rouge trapézoïdal* de Bohême, le même que le précédent, analysé par M. Vauquelin. La manière dont ce grenat se comporte au chalumeau prouve que le fer y est au *maximum* d'oxidation.

(3) *Grenat de Fahlun*, analysé par M. Hysinger.

(4) *Grenat de Dannemora*, analysé par Murray.

(5) *Grenat commun olivâtre de Sibérie*, analysé par Klaproth. Il est impossible de renfermer les résultats de cette analyse dans une formule semblable aux formules du grenat. Il en est de même des résultats de l'analyse du grenat du Pic d'Éredlitz, par M. Vauquelin.

(6) *Grenat noir, dit Mélanite*, analysé par Klaproth.

(7) *Id.*, analysé par M. Vauquelin.

(8) *Grenat noir de Swappavara*, analysé par Hysinger. La grande perte rend le résultat de l'analyse incertain. M. Berzelius lui applique la formule $fS + 3FS + 3CS$.

(9) *Grenat de Thuringe*, analysé par Bucholz. Il est mélangé d'une petite quantité de carbonate de chaux.

(10) *Grenat de Langbanshyttan. Rothoffite*, analysé par Rothof. M. Berzelius exprime sa composition par la formule $mnS + 3fS + 4CS$.

Le *grenat de Luidbo*, analysé par Hysinger, a pour formule $FS + \left. \begin{matrix} C \\ mn \\ f \end{matrix} \right\} S$.

Le *grenat de Sahla*, analysé par M. Bredberg, a pour formule $\left. \begin{matrix} A \\ F \end{matrix} \right\} S + \left. \begin{matrix} C \\ M \end{matrix} \right\} S$.

On trouve à Klamet Sanné, en Norwège, un grenat dont la composition s'écarte totalement de celle des grenats ordinaires. Il est cristallisé en dodécaèdres rhomboïdaux parfaitement réguliers, d'un rouge brun sale, presque sans éclat, à peine translucide sur les bords. Sa pesanteur spécifique est de 5,85. Il est accompagné d'un minéral blanc qui ressemble à l'albite, mais qui est plus fusible. Quatre analyses faites avec le plus grand soin m'ont constamment donné, pour sa composition :

Silice	0,52107	} 1,01202	oxigène.
Alumine	0,18035		26,20
Protoxide de fer.	0,23540		8,42
Prot. de mangan.	0,01745		5,36
Chaux	0,05775		0,39
			1,62

composition qu'on peut exprimer assez exacte-

ment par la formule $AS + \left. \begin{matrix} f \\ C \\ mn \end{matrix} \right\} S^2$.

Klaproth a trouvé dans le grenat dit *pyrop* :

Silice.	0,400	} 0,970	oxigène.	20,12
Alumine.	0,285		13,31	
Protox. de fer.	0,148		3,37	
Protox. de mang.	0,002			
Chaux.	0,035		0,97	
Magnésie.	0,100		3,87.	

Son résultat ne concorde pas avec la formule générale; mais il est probable qu'il n'a pas séparé complètement la magnésie de l'alumine, ce qu'il était difficile de faire de son temps.

D'après des analyses très-soignées, faites par MM. Arrhénius et d'Ohsson, on est conduit à la formule $fS^2 + 2mnS + 2AS$ pour le grenat de Broddbo, et à la formule $fS^2 + mnS + 2AS$ pour le grenat de Finbo.

Ces anomalies jettent quelque incertitude sur la généralité de la loi que j'ai déduite de mon travail, et je dois convenir qu'il est nécessaire de multiplier encore les analyses. Cependant je ferai remarquer, relativement à ces anomalies, que les grenats ont en général une grande tendance à admettre mécaniquement divers mélanges entre leurs molécules, et que ces mélanges, loin de contrarier leur cristallisation, paraissent au contraire la favoriser. Les substances mélangées sont quelquefois visibles, comme dans le grenat de Kalmet Sanné; mais souvent aussi elles peuvent être disséminées en particules si ténues, qu'on ne puisse pas les apercevoir, et alors on n'a aucun moyen de re-

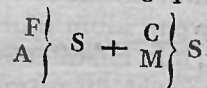
connaître quels sont les élémens essentiels à la composition de l'espèce.

40. *Analyse du GRENAT VERT de Saala*; par M. B. G. Bredberg. (Journ. de Schweigger, t. VIII.)

Ce grenat appartient à la variété trapézoïdale. Il est d'un vert jaunâtre et il a l'éclat résineux. Sa gangue est une chaux carbonatée commune, renfermant des cristaux de spath calcaire, de galène et de blende. Deux analyses ont donné les résultats suivans :

	1 ^{er} .	2 ^e .
Silice.	0,3662	0,3673
Alumine.	0,0753	0,0278
Oxide de fer.	0,2218	0,2583
Chaux.	0,2380	0,2179
Magnésie.	0,1195	0,1244
	1,0008	0,9957

La formule minéralogique de ce grenat est



41. *Analyse du CHRYSOBÉRIL de Haddam et du Brésil*; par M. H. Seybert. (Transactions de Philadel. 1824.)

Ayant visité Haddam, dans le Connecticut, en 1823, j'y observai un grand nombre de minéraux intéressans, tels que du grenat manganésifère d'un rouge de sang, du tantalite, du béril en grains jaunâtres et du chrysobéril: tous ces minéraux sont renfermés dans un granite à gros grains, qui est composé principalement d'albite et de quartz gris. Je portai particulièrement mon attention sur le chrysobéril.

Famille
glucium.

Tome X, 2^e livr.

Cette pierre est d'un vert pâle ; elle n'est pas chatoyante comme la variété du Brésil et comme celle que le Dr. Steel a découverte dernièrement à Saragota, dans le New-Yorck. Sa pesanteur spécifique est de 3,587. Elle est infusible au chalumeau. Lorsqu'on la traite successivement par la potasse caustique et par l'acide muriatique, il reste une quantité considérable de matière insoluble, qui résiste à l'action des alcalis, du sulfate acide de potasse et de l'acide borique. Je ne parvins à l'attaquer que par la baryte, et je reconnus alors qu'elle était formée de glucine et d'oxide de titane. Soupçonnant alors que les mêmes principes pourraient se trouver également dans le chrysobérid du Brésil, j'en ai analysé un échantillon comparativement avec un échantillon de Haddam, en employant le procédé suivant.

La pierre, bien porphyrisée, fut traitée alternativement par la potasse caustique au creuset d'argent, et par l'acide muriatique étendu, à cinq reprises ; le résidu, devenu alors tout-à-fait inattaquable, pesa 0,17. On le fit chauffer fortement dans un creuset de platine avec du nitrate de baryte, et on le traita ensuite par de l'acide nitrique. On répéta la même opération, et il resta 0,01 à 0,02 d'une substance blanche, qui se comporta comme de l'oxide de titane.

On ne trouva dans la dissolution muriatique que de la silice, de l'alumine et de l'oxide de fer, et la dissolution nitrique ne se trouva contenir que de la glucine, après qu'on en eut séparé la baryte par l'acide sulfurique.

Le résultat définitif des analyses a été :

	Brésil.	Haddam.	
Alumine.	0,6866	0,7360	} 0,9818
Glucine.	0,1600	0,1580	
Silice.	0,0599	0,0400	
Oxide de titane . . .	0,0266	0,0100	
Protoxide de fer . . .	0,0473	0,0338	
Eau.	0,0066	0,0040	

Je crois l'oxide de titane et l'oxide de fer accidentels. Il est certain d'ailleurs qu'une portion de la silice a dû être fournie par le mortier ; d'après cela, il me paraît que la composition de la pierre pure est exprimée par la formule $A^4S + 2GA^4$.

Klaproth, M. Thomson et M. Arfwedson, ont analysé le chrysobérid du Brésil ; mais ils n'y ont trouvé que de l'alumine et de la silice (1).

42. *Analyse d'un minéral de Coromandel ;* par M. Laugier. (Ann. de Ch., t. XXVII, p. 311.)

Ce minéral est en masses irrégulières, d'un brun noirâtre, à cassure conchoïde. Il ressemble à la gadolinite ; mais il en diffère par le boursoufflement qu'il éprouve au feu. Il a aussi beaucoup d'analogie avec l'orthite. Il est inattaquable par les acides. L'analyse a donné :

Oxide de cérium . . .	0,360	} 1,082
Oxide de fer.	0,190	
Chaux.	0,080	
Alumine.	0,060	
Oxide de manganèse. . .	0,012	
Oxide de titane.	0,080	
Silice.	0,190	
Eau.	0,110	

L'augmentation de poids vient de ce que le

(1) Voyez les *Annales des mines*, t. IX, p. 403.

cérium et le fer sont à l'état de protoxide dans le minéral, et qu'on les a dosés à l'état de peroxide.

43. *Examen d'un nouveau minéral de New-Jersey, nommé TORRÉLITE*; par J. Renwick. (An. of New-Yorck. 1823, p. 37.)

La torrélite est disséminée dans le minerai de fer d'Andover. Elle est d'un rouge de vermillon; sa poussière est d'un rouge de rose. Elle raie le verre. Elle agit légèrement sur l'aiguille aimantée, et elle fait efflorescence avec les acides. Elle donne avec le borax un verre verdâtre, qui perd sa couleur par le refroidissement.

Le Dr. Torrey a trouvé qu'elle contient :

Silice	0,3260	} 0,9718
Peroxide de cérium	0,1232	
Protoxide de fer	0,2100	
Alumine	0,0368	
Chaux	0,2408	
Eau	0,0350	

44. *Examen chimique d'un fragment de MÉTÉORITE tombé à Maira (États-Unis), en août 1825*; par M. Webster. (An. of Phil. 1824, p. 236.)

Famille
fer.

Cette pierre ressemble à un tuf volcanique; elle n'est pas magnétique. Au chalumeau, elle exhale l'odeur sulfureuse sans se fondre. Elle est composée de :

Silice	0,295	} 0,985
Alumine	0,047	
Chaux	trace.	
Magnésie	0,248	
Chrome	0,040	
Fer	0,149	
Nickel	0,023	
Soufre	0,183	

45. *Description minéralogique des AÉROLITHES qui tombèrent près de Wiborg, en Finlande, le 15 décembre 1822*; par M. Nordenskiöld. (An. de Ch., t. XXV, p. 78.)

Ces aérolithes ressemblent à des laves. Ils sont si friables, que la seule pression des doigts les réduit en poussière. On distingue dans la poussière : 1°. des grains verdâtres semblables à de l'olivine; 2°. un minéral blanchâtre cristallin, qui a beaucoup de rapports avec la leucite; 3°. quelques grains magnétiques dans lesquels il n'y a pas de nickel; 4°. une cendre verdâtre, formant la masse principale de l'aérolithe, et fusible, au chalumeau, en un verre noir et opaque.

46. *Analyse du minerai de fer de la Plata*; par M. P. Berthier.

M. Mollien a rapporté de Colombie un échantillon du minerai de fer de la Plata, et il a bien voulu m'en confier l'examen. Il paraît que ce minerai forme une montagne considérable. Il est massif, d'un noir grisâtre, un peu métalloïde, grenu, écailleux ou imparfaitement cristallin. Sa pesanteur spécifique est de 5,10. Il agit très-fortement sur le barreau aimanté, et il est doué d'un grand nombre de pôles; il a tous les caractères du fer oxidé magnétique (fer oxidulé des minéralogistes), et l'on n'y aperçoit aucun mélange mécanique, même lorsqu'on l'examine avec une forte loupe. Cependant sa poussière, au lieu d'être noire comme celle du fer oxidulé, est d'un brun foncé tirant sur le rouge, et la teinte rouge est même sensible dans les raclures, quoiqu'elles aient l'éclat métallique. Il était in-

intéressant de rechercher la cause de cette particularité, c'est dans cette vue que j'ai fait l'analyse du minerai.

Je l'ai traité par l'acide muriatique pur et concentré, il s'y est dissous très-facilement et très-promptement à l'aide de la chaleur de l'ébullition, et il n'a laissé qu'un très-faible résidu siliceux. J'ai versé du carbonate de soude dans la liqueur, de manière à n'en précipiter que le peroxide de fer; puis j'ai fait bouillir la dissolution filtrée avec de l'acide nitrique, et j'en ai précipité le reste du fer, maintenant oxidé au maximum, par le carbonate de soude également; j'ai obtenu :

Quarz...	0,010	} 0,996
Peroxide de fer..	0,816	
Protoxide de fer.	0,170	

Mes expériences préliminaires m'avaient appris que le minerai ne contenait pas de manganèse. Je l'ai essayé par la voie sèche, en le fondant avec le cinquième de son poids d'un verre terreux : il m'a donné 0,72 de fonte demi-ductile et une scorie très-peu plus pesante que le verre employé, incolore, transparente et sans aucun enduit superficiel cuivreux; ce qui prouve l'absence du titane.

D'après le résultat de l'analyse, j'ai d'abord été porté à croire que le minerai de la Plata était un oxide nouveau composé de :

Peroxide de fer..	0,817	— 4 at.
Protoxide de fer.	0,183	— 1 at.

Mais un examen plus attentif a bientôt détruit cette conjecture, en me montrant que cette substance, homogène en apparence, n'est réellement qu'un mélange mécanique de fer oxidulé et de fer oxidé rouge. Ce mélange paraît avec évidence lors-

que l'on fait chauffer pendant quelques instans un morceau du minéral dans de l'acide muriatique : on voit alors sa surface hérissée d'une multitude de petits grains noirs, brillans, cristallins, plus nombreux et plus serrés dans certaines parties que dans d'autres, et se détachant sur un fond de peroxide de fer d'un rouge violacé. Les grains noirs sont enveloppés d'une sorte de pellicule siliceuse que l'eau en détache aisément : d'où l'on voit que le quartz se trouve disséminé en particules extrêmement ténues au milieu de l'oxide de fer.

Je crois pouvoir conclure de ces expériences que le minerai de la Plata est un mélange mécanique de :

Oxide rouge de fer..	0,436
Oxide magnétique..	0,550
Quarz	0,010

Il paraît que les deux oxides se présentent dans la nature mélangés intimement en proportions très-diverses.

47. *Analyse de la MINE DE FER ARGILEUSE de Norkshire*; par M. R. Phillips. (An. of Philos., t. VII, p. 448.)

Protoxide de fer et trace de manganèse..	0,4326	} 0,9890
Acide carbonique.	0,2930	
Silice et alumine.	0,2078	
Matière charbonneuse.	0,0267	
Chaux	0,0189	
Humidité.	0,0100	

48. *CHILDRENITE et SOMMERVILLITE*; par M. Brooke; esq (Journ. of Sc. 1824, p. 274.)

La childrenite vient du Devonshire : elle est

en petits cristaux compliqués, qui dérivent d'un prisme droit rhomboïdal. Elle est composée, selon le docteur Wollaston, de phosphate de fer et d'alumine.

La sommervillite a été trouvée dans les déjections du Vésuve. Sa forme primitive est un prisme droit carré ; elle ressemble à l'idocrase.

49. *Recherches chimiques sur le* CRONSTEDTITE; par M. S. Steinman, professeur de chimie à Prague. (Abhandl. Prague, 1822.)

Le cronstedtite a été trouvé, il y a quelques années, dans les mines de Pzzribrane, en Bohême, si riches en minéraux intéressans.

Il est d'un noir de jais, cristallisé en prismes à six pans, qui sont ordinairement accolés par les faces latérales. On peut le diviser en feuilles minces perpendiculairement à l'axe du prisme; ces feuilles sont flexibles.

Ce minéral fait gelée avec les acides. Il est composé de :

Silice	0,2245	} 0,9996
Oxide de fer	0,5885	
Magnésie	0,0508	
Oxide de mangan.	0,0288	
Eau	0,1070	

50. *Sur les SCORIES DE FORGE de Suède*; par M. Sefström de Fahlun. (Arch. mét. de M. Karsten, t. VII, p. 274.)

Les scories produites dans l'affinage Wallon contiennent beaucoup plus de grenailles de fer mélangées mécaniquement que celles qui se forment dans l'affinage allemand. Les unes et les autres sont fort riches ; elles donnent de 0,55 à

0,58 de fonte à l'essai, et il y en a même qui en donnent jusqu'à 0,63. On se fera une idée de la grande quantité de fer qui passe dans les scories pendant l'affinage, en remarquant qu'en Suède et en Norwège la fonte éprouve un déchet de 0,23 dans cette opération.

On distingue deux sortes de scories : les unes, que l'on fait couler, et qui sont compactes et cristallines, et les autres, qui restent au fond du foyer après qu'on en a retiré la loupe. Ces dernières sont poreuses et fort mélangées de grains de fer métallique : ordinairement on les concasse et on les emploie dans un affinage suivant. M. Ström a trouvé dans trois échantillons de scories :

Silice	0,2140	0,1840	0,2170
Protoxide de fer	0,7130	0,7480	0,7362
Magnésie	0,0270		0,0040
Potasse	0,0370		0,0286

Dans ces scories, la silice contient moitié autant d'oxygène que les bases : elles appartiennent probablement à l'espèce que les Allemands nomment *gaare-schlacke*. Les scories compactes que les Allemands désignent par le nom de *roh-schalcke* sont des silicates, dans lesquels la silice renferme autant d'oxygène que les bases. La potasse et probablement la magnésie proviennent des cendres du charbon de bois (1).

Plusieurs métallurgistes croient que dans l'affinage des fontes qui donnent du fer cassant à

(1) Les cendres du charbon de bois contiennent ordinairement au moins cinq fois autant de chaux que de potasse. Si la potasse vient des cendres, comment se fait-il qu'on en trouve jusqu'à 0,04 dans les scories, tandis qu'on n'y rencontre pas la plus petite trace de chaux? P. B.

chaud ou à froid, et qui contiennent du soufre ou du phosphore, ces substances passent en grande partie dans les scories; mais cette opinion est erronée. En effet, le soufre et le phosphore ne pourraient se trouver dans les scories qu'à l'état d'acides; mais l'action de la silice sur l'oxide de fer, et du charbon sur l'acide sulfurique, doit chasser complètement cet acide, et quant à l'acide phosphorique, il doit nécessairement être converti en phosphore ou en acide phosphoreux par le charbon, d'où il s'ensuit qu'il se volatilise, ou que le phosphore se combinera avec le fer affiné. Il est évident, d'après cela, que toutes les scories, même celles qui proviennent de la fabrication des fers cassans, doivent être considérées comme de très-bons minerais de fer, puisqu'elles ne peuvent jamais contenir ni soufre ni phosphore (1).

51. *Analyse de deux SCORIES DE FORGE*; par M. Valchner. (Jour. de Schweigger, t. IX, p. 65.)

Deux scories de forge, venant l'une des usines de Dax, près les Pyrénées, et l'autre de Bodenhausen, au Hartz, ont été trouvées composées de:

	Dax.	Bodenhausen.
Silice.	0,32959	0,32346
Protoxide de fer	0,61235	0,62042
Magnésie.	0,01896	0,02404
Alumine.	0,01560	0,02645
Prot. de mangan.	0,01301	0,00285
Oxid. de cuivre		
Potasse.	0,00204	
	0,99155	0,99722

(1) Plusieurs analyses ont prouvé que les scories d'affineries contiennent souvent une très-grande quantité d'acide phosphorique. (Voyez *Annales des Mines*, t. IX, p. 795.) P. B.

52. *Analyse de l'URANITE d'Autun et de la CHALCOLITE de Cornouailles*; par M. J. Berzelius. (Abder Phys. und Chem., 1824.)

Pendant le court séjour que j'ai fait à Arcueil, en 1819, chez M. Berthollet, dont la perte a été si vivement sentie par tous les amis des sciences, je me suis occupé de l'analyse de l'uranite d'Autun, et j'avais été conduit à considérer ce minéral comme un composé d'oxide d'urane et de chaux (1); mais M. R. Phillips ayant trouvé de l'acide phosphorique dans l'uranite verte de Cornouailles (2), je me suis déterminé à recommencer mon analyse, et je l'ai exécutée de trois manières différentes.

1^o. Il est très-difficile de déterminer rigoureusement la proportion d'eau que renferme l'uranite, parce que ce minéral, étant lamelleux, prend très-facilement de l'humidité hygroscopique, et parce qu'il perd l'eau combinée à une température très-peu élevée. Je l'ai calciné; après l'avoir desséché à 20°, j'ai obtenu de l'eau qui était alcaline, et qui répandait l'odeur de l'ammoniaque; j'ai reconnu qu'elle contenait du fluat d'ammoniaque, mais en quantité trop petite pour qu'on puisse le doser.

Le minéral calciné a été dissous dans l'acide nitrique; j'ai ajouté à la dissolution un mélange d'acide sulfurique et d'alcool, il s'est déposé du sulfate de chaux: j'ai traité le dépôt par l'acide muriatique étendu bouillant, et il est resté une petite quantité de sulfate de baryte.

La dissolution alcoolique a été évaporée à siccité; puis le résidu a été traité par le carbonate de soude, et délayé dans l'eau: la liqueur, ayant été

(1) *Annales des Mines*, t. V, p. 225.

(2) *Annales des Mines*, t. IX, p. 415.

saturée d'acide muriatique, a laissé déposer, en très-petite quantité, un mélange de phosphate d'urane et de phosphate d'étain; après avoir été mise en ébullition, elle a donné du phosphate de chaux pur par le muriate de chaux et l'ammoniaque. L'oxide d'urane, traité par le carbonate de soude, était combiné avec de la soude: je l'ai fait dissoudre dans l'acide muriatique, et je l'ai précipité par l'ammoniaque; il s'est changé par la calcination en protoxide pur, totalement insoluble dans l'acide muriatique étendu.

2°. J'ai dissous l'uranite dans l'acide nitrique, et j'ai ajouté de l'acétate de plomb à la dissolution; tout l'acide phosphorique s'est précipité en combinaison avec de l'oxide de plomb et de l'oxide d'urane; mais il est resté de l'oxide d'urane dans la liqueur. J'ai calciné le dépôt, je l'ai dissous dans l'acide nitrique, j'ai ajouté de l'acide sulfurique à la dissolution, j'ai rapproché pour chasser l'excès d'acide nitrique, puis j'ai repris par l'alcool faible, afin de séparer la totalité du sulfate de plomb. J'ai précipité l'oxide d'urane par la potasse caustique, j'ai redissous le précipité dans l'acide nitrique, et je l'ai précipité de nouveau par l'ammoniaque. Ayant la proportion d'oxide de plomb et d'oxide d'urane contenue dans le dépôt, j'ai pu en déduire la proportion de l'acide phosphorique.

J'ai séparé le plomb de la liqueur qui avait été mélangée avec de l'acétate de plomb par l'hydrogène sulfuré, et j'ai précipité l'oxide d'urane par l'ammoniaque; puis j'ai séparé la baryte par l'acide sulfurique, et la chaux par une nouvelle dose d'acide sulfurique mélangé avec de l'alcool: l'eau-mère, étendue d'eau et mêlée avec du phos-

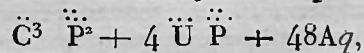
phate d'ammoniaque, donna un léger précipité de phosphate de magnésie et de manganèse.

3°. J'ai dissous le minéral d'Autun dans l'acide nitrique: j'ai précipité la baryte et la chaux, comme il vient d'être dit, puis l'oxide d'urane et l'acide phosphorique en état de combinaison par l'ammoniaque; la liqueur contenait encore une trace de magnésie et de manganèse. J'ai décomposé le phosphate d'urane par la potasse; j'ai déterminé exactement le poids de l'oxide d'urane, et j'en ai déduit celui de l'acide phosphorique par différence.

Je donne ci-dessous le résultat des trois analyses et la moyenne, en ayant égard à l'eau.

	1 ^{re} anal.	2 ^e anal.	3 ^e anal.	moyenne.
Baryte	0,0184	0,0183	0,0172	0,0151
Chaux	0,0675	0,0684	0,0656	0,0565
Magnésie	}	0,0023	0,0022	0 0019
Oxide de manganès.				
Oxide d'urane	0,7125	0,7005	0,6998	0,5937
Acide phosphorique.	0,1675	0,1887	0,1644	0,1463
Eau . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	0,1490
Oxide d'étain	0,0006	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Gangue	0,0335	0,0253	0,0240	0,0285
Acid. fluoriq. amm..	trace.	trace.	trace.	trace.

Il est visible que les quantités d'oxigène contenues dans la chaux, l'oxide d'urane, l'acide phosphorique et l'eau sont entre elles :: 1 : 2 : 5 : 8. Je crois, d'après cela, que l'uranite d'Autun est un phosphate double, représenté par la formule



mêlé d'une petite quantité de phosphates de baryte, de magnésie et de protoxide de manganèse (1).

(1) Voyez l'analyse de M. Laugier, *Annales des Mines*, t. IX, p. 416.

Chalcolite
de Cor-
nouailles.

Ayant pu disposer d'un petit échantillon de *chalcolite* de Cornouailles, j'en ai fait l'analyse pour comparer sa composition à celle de l'uranite. Ce minéral donne, à la distillation, de l'eau qui ne contient ni ammoniaque ni acide fluorique; néanmoins il renferme une très-petite quantité de cet acide.

Je l'ai fait chauffer avec du carbonate de soude, et j'ai délayé la masse dans l'eau. J'ai dissous le résidu dans l'acide muriatique, et j'ai sursaturé la dissolution de carbonate d'ammoniaque; il est resté de la silice et de l'oxide de fer mêlés d'une trace d'oxide de plomb et d'oxide d'étain. La dissolution a été mise en ébullition et saturée ensuite d'acide muriatique pour redissoudre le dépôt, puis j'en ai successivement précipité le cuivre par l'hydrogène sulfuré, et l'oxide d'urane par l'ammoniaque.

La liqueur alcaline contenant l'acide phosphorique a été saturée d'acide muriatique et mêlée avec de l'hydrogène sulfuré, il s'y est formé un précipité de sulfure d'arsenic, mais en quantité impondérable. J'ai déduit l'acide phosphorique par différence, j'ai trouvé :

Oxide de cuivre...	0,0844	} 1,0000
Oxide d'urane	0,6025	
Acide phosphorique.	0,1556	
Acide arsenique . . .	trace.	
Eau	0,1505	
Gangue	0,0070	
Acide fluorique . . .	trace.	

Cette composition peut être exprimée par la

formule $\overset{\cdot\cdot}{\text{Cu}}^3 \overset{\cdot\cdot}{\text{P}}^2 + 4 \overset{\cdot\cdot}{\text{U}} \overset{\cdot\cdot}{\text{P}} + 48 \text{Ag}$; ce qui fait voir que la chalcolite ne diffère de l'uranite qu'en ce que la chaux contenue dans la dernière est rem-

placée dans la première par une quantité équivalente d'oxide de cuivre. La chaux et l'oxide de cuivre étant isomorphes, d'après la remarque de M. Mitscherlich, il n'est pas étonnant que les deux minéraux cristallisent absolument de la même manière. Comme, malgré l'identité de forme, les personnes qui attachent de l'importance à la composition chimique feront nécessairement deux espèces de ces minéraux, je propose de conserver au minéral de Cornouailles le nom de *chalcolite*, qui lui a été donné par Werner.

53. *Analyse du COBALT ÉCLATANT de Müsen, régence d'Arnberg (Prusse)*; par M. Vernekinck. (Journ. de Schweigger, IX, p. 306.)

Ce minéral a été trouvé dans une mine de fer des environs de Siegen. Il se présente en masses grenues cristallines et en cristaux bien déterminés. Ses formes cristallines sont l'octaèdre régulier et le cubo-octaèdre, dans lequel les faces de l'octaèdre sont dominantes. On le rencontre assez souvent aussi en octaèdres cunéiformes. Il est à remarquer que l'on n'aperçoit jamais sur les faces des cristaux de ce minéral qui appartiennent au cube, les stries dont les cristaux cubiques de cobalt de Tunaberg sont toujours couverts. Le cobalt de Müsen n'a pas, comme ce dernier, de tendance à prendre la forme du dodécaèdre pentagonal. Il est vraisemblable que cette différence dépend de la constitution chimique.

Une analyse faite sur 40 grains m'a donné :

Famille
cobalt.

Cobalt . . .	0,4386	} 0,9497
Fer.	0,0534	
Cuivre. . . .	0,0410	
Soufre. . . .	0,4100	
Gangue. . . .	0,0067	
Arsenic. . . .	point.	

Le cuivre et la plus grande partie du fer sont dans ce minéral à l'état de cuivre pyriteux, mélangé mécaniquement. Si l'on compare cette analyse avec celle du cobalt de Ryddarhyttan, que nous devons à Hisinger, on voit que les deux minéraux sont identiques et se rapportent au sulfure de cobalt qui correspond à l'oxide.

54. ROSELITE ; par M. A. Levy. (An. of Philos., 1824, p. 439.)

Dans l'échantillon que M. Levy a examiné, la roselite est en petits cristaux aciculaires, rouges, transparens : ces cristaux sont des prismes à 6 ou 8 faces surmontés d'un pointement à 4 faces basé. M. Levy a adopté pour forme primitive le prisme droit rhomboïdal, dont l'angle est $125^{\circ}, 71'$. Sa dureté est celle de la chaux carbonatée.

D'après un essai, M. Children a reconnu que ce minéral contient de l'acide arsenique uni à de l'oxide de cobalt, de la chaux et de la magnésie, composition qui le rapproche beaucoup du *picroparmacolite*.

M. Levy lui a donné le nom de roselite en l'honneur de M. Gustave Rose, qui a fait des travaux minéralogiques très-importans.

55. Analyse du CUIVRE PYRITEUX ; par M. H. Rose. (An. de Ch., t. XXV, p. 197.)

Deux cuivres pyriteux cristallisés m'ont donné à l'analyse :

Famille
cuivre.

	De Ramberg.		De Furstemberg.	
Cuivre . . .	0,3440	} 1,0101	0,3312	} 1,0003
Fer.	0,3047		0,3000	
Soufre . . .	0,3587		0,3652	
Silice. . . .	0,0027		0,0039	

Ces résultats peuvent être représentés par la formule $FeS^2 + CuS^2$ ou par la formule $CuS + FeS^3$. La seconde me paraît être la plus vraisemblable, d'abord parce que le cuivre pyriteux n'est pas magnétique comme il le serait s'il contenait du protosulfure de fer, et ensuite parce que, d'après la couleur du minéral et l'affinité du fer, il semble probable que ce métal est combiné avec plus d'atomes de soufre que le cuivre. Du peroxide de cuivre et du protoxide de fer, en se combinant, se changeraient en protoxide de cuivre et peroxide de fer. On voit facilement que, dans les deux cas, la quantité de soufre qui se dégage, lorsqu'on chauffe le cuivre pyriteux en vases clos, est la même.

Le cuivre pyriteux est toujours mélangé de traces d'oxide de fer et de silice : de là vient que lorsqu'on traite ce minéral par l'acide muriatique dans un flacon fermé, la dissolution contient toujours du peroxide de fer.

56. BROCHANTITE ; par M. A. Levy. (An. of phil., 1824, p. 241.)

Cette substance provient des mines d'Ecathe-rinimburg, en Sibérie. Elle ressemble par ses caractères extérieurs au phosphate et à l'arsé-niate de cuivre. Sa forme en diffère entièrement. Ses cristaux sont des tables rectangulaires, dont les arêtes latérales sont biselées et les angles sont tronqués. M. Levy a adopté pour forme primitive le prisme droit rhomboïdal, dont l'angle se rait de $114^{\circ}, 20'$.

Au chalumeau, ce minéral noircit sans fondre; avec le borax il donne un bouton vert émeraude.

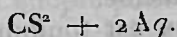
M. Lévy a donné à cette substance le nom de *brochantite* en l'honneur du professeur Brochant.

57. *Analyse du SILICATE DE CUIVRE de New-Jersey*; par G. Bowen. (An. of phil., 1824, p. 295.)

Ce minéral a été trouvé à Sommerville, dans une mine de cuivre. Il est accompagné de cuivre natif, de protoxide de cuivre, de malachite et d'argent natif; il se présente en inclusions. Quelques minéralogistes ont cru que c'était un phosphate; mais l'analyse a prouvé qu'il contient:

Silice.	0,3725	} 0,9942
Deutoxide de cuivre.	0,4517	
Eau.	0,1700	

C'est par conséquent un bisilicate avec eau de cristallisation, et représenté par la formule



58. *Analyse d'une SCORIE DE CUIVRE*; par M. Valchner. (Journ. de Schwiegger, IX, p. 65.)

Une scorie de cuivre du Lauterthal, au Hartz, a été trouvée composée de :

Silice.	0,29245	} 0,99399
Protoxide de fer.	0,63316	
Magnésie.	0,01304	
Alumine.	0,01244	
Protoxid. de mangan.	0,01460	
Oxide de cuivre.	0,02646	
Potasse.	0,00184	

59. *Description de l'HOPÉITE*; par M. D. Brewster. (Transact. de la Soc. d'Edimb., t. X.)

Ce minéral, nommé ainsi en l'honneur du Dr.

Famille
zinc.

Hope, vient de la mine de zinc d'Altemberg, près d'Aix-la-Chapelle.

Il n'est ni phosphorescent ni électrique par la chaleur. Sa pesanteur spécifique est 2,76.

La forme fondamentale des cristaux est, d'après M. Haidinger, un octaèdre rhomboïdal, dont les angles dièdres sont $107^{\circ}, 2'$, $139^{\circ}, 41'$ et $86^{\circ}, 49'$: il offre deux clivages perpendiculaires l'un à l'autre et parallèles aux plans diagonaux qui passent par l'axe.

Il a deux axes de double réfraction, dont le principal est perpendiculaire à l'axe du prisme: il est répulsif.

L'hopéite contient beaucoup d'eau. M. Nordenskiöld pense, d'après les caractères qu'il lui a présentés au chalumeau, qu'il est composé d'oxide de zinc combiné avec un acide puissant, tel que l'acide phosphorique ou borique, et mélangé d'une base terreuse et d'un peu de cadmium.

60. *Nouveau minéral de zinc trouvé à Francklin, comté de Sussex, New-Jersey*; par MM. L. Vanuxem et W.-H. Keating. (Journ. de Phil., 1824, p. 1.)

Ce nouveau minéral de zinc est un silicate anhydre, composé de :

Silice.	0,2500	} 0,9966
Oxide de zinc.	0,7133	
Oxide de manganèse.	0,0266	
Oxide de fer.	0,0067	

Il est d'un jaune verdâtre ou rougeâtre. Sa pesanteur spécifique est de 3,89 à 4,0. Il se trouve cristallisé en prismes hexagonaux réguliers terminés par des sommets dièdres; sa forme primitive est un rhomboïde. Il est accompagné de

francklinite, de zinc rouge, de chaux carbonatée, de mica, de grenat et de pyroxène.

La *jeffersonite* n'est autre chose qu'un pyroxène.

Le *francklinite* forme de grandes masses dures, dont les cavités sont tapissées d'octaèdres. Sa pes. spécif. est de 5. Le manganèse y varie.

61. *Analyse du SULFURE DE BISMUTH*; par M. Henry Rose. (An. de Ch., t. XXV, p. 201.)

Famille
bismuth.

Les minéraux qui portent le nom de *wismuth-glans* ne sont pas toujours du sulfure de bismuth pur : il y en a qui sont presque uniquement composés d'un mélange de bismuth et d'argent telluré avec des traces de sélénium et d'antimoine.

Le bismuth sulfuré de Riddarhyttan, en Suède, a à très-peu-près la même composition que le sulfure artificiel; j'y ai trouvé :

Bismuth.	0,8098	} 0,9970
Soufre.	0,1872	

Pour l'analyser, je l'ai traité par l'acide nitrique, qui le dissout même à froid; j'ai précipité le bismuth de la dissolution par le carbonate d'ammoniaque, et ensuite l'acide sulfurique par le muriate de baryte.

62. *Sur le SULFATO-TRICARBONATE DE PLOMB*; par M. Haidinger. (Edimb., ph. Journ., 1824, p. 288.)

Famille
plomb.

Ceminéral est d'un vert de sève. Il se présente en rhomboïdes aigus, offrant, dans le sens perpendiculaire à l'axe, un clivage très-net. Sa forme fondamentale est un octaèdre à triangles scalènes, dont l'axe est incliné de 29' à une ligne perpendiculaire à la base. Les cristaux sont sujets à se grouper régulièrement comme dans l'a-

ragonite. Le D^r. Brewster a trouvé qu'ils ont deux axes de double réfraction, dont l'un coïncide avec l'axe du prisme.

Selon le D^r. Brooke, ce minéral est composé de :

Sulfate de plomb.	0,275	} 1,000
Carbonate de plomb.	0,725	

63. *Analyse d'un nouveau minéral de PLOMB*; par M. Berzelius. (An. of phil., 1824, p. 154.)

Ceminéral, conservé dans la collection de l'Académie de Stockholm, a été trouvé à Mendip, près Church-Hill, dans le Sommersetshire. Il est d'un jaune de paille, fragile; il présente deux clivages, qui font entre eux un angle de 102 à 103°. Il se dissout avec une légère efflorescence dans l'acide nitrique affaibli. Il est composé de :

Oxide de plomb.	0,9013	} 1,0000
Acide muriatique	0,0684	
Acide carbonique	0,0103	
Eau.	0,0054	
Silice.	0,0146	

ou, en faisant abstraction de la silice, de l'eau et du carbonate de plomb, qui sont accidentels, de :

Chlorure de plomb.	1 atome.
Oxide de plomb.	2 atomes.

Ce minéral diffère du plomb corné analysé par Klaproth et Chennevix, dont le clivage est rectangulaire et qui est formé d'un atome de chlorure et d'un atome d'oxide de plomb; il diffère aussi du sous-muriate artificiel, qui contient un atome de chlorure de plomb et trois atomes d'oxide.

64. *Note sur le CUIVRE PYRITEUX AURIFÈRE de Gando, près Martigny (Valais); par M. P. Berthier.*

Famille or. Le minerai de Gando est irrégulièrement disséminé dans une roche grisâtre un peu feuilletée, composée de quartz et de feldspath. Il est accompagné de quelques mouches de galène. Sa couleur est le jaune verdâtre pâle.

On l'a débarrassé de sa gangue par le lavage; puis on en a pris 10 grammes, que l'on a fondus avec trois parties de flux noir, après les avoir grillés le plus complètement possible: ils ont donné un culot de cuivre rouge très-pur, pesant 1515. On a coupellé ce culot de cuivre avec 205 de plomb d'orfèvre, et il est resté un bouton d'un blanc d'argent très-petit, mais très-net. Ce petit bouton ayant été aplati entre deux papiers, on l'a fait chauffer avec de l'acide nitrique pur; l'acide a laissé un grain scoriforme brun qui avait toute l'apparence de l'or. On l'a coupellé avec 25 de plomb, et il a produit effectivement un petit bouton d'un très-beau jaune, qui était de l'or pur, et dont le poids s'est trouvé être d'un milligramme.

Il résulte de cette expérience que le minerai de Gando, lavé, contient 0,115 de cuivre et 0,0001 d'or, et par conséquent que le cuivre que l'on pourrait en extraire renfermerait 0,0009 d'or, ou environ une once 3 gros au quintal poids de marc. La valeur de cette quantité d'or serait un peu plus grande que celle du cuivre. Il paraît que ce minerai contient aussi un peu d'argent.

Sur les ponts de chaînes (de Russie) et sur les résistances des fers employés dans leur construction.

Extrait d'une lettre écrite à M. Baillet par M. LAMÉ, Ingénieur des Mines de France et Major du Génie au service de Russie.

Saint-Petersbourg, 12-24 octobre 1824.

..... PARMI les constructions qui sont du ressort de l'ingénieur des ponts et chaussées, dont je remplis ici les fonctions, il n'en est peut-être pas de plus intéressante pour l'ingénieur des mines que celle des ponts en chaînes. La solidité de ce genre de pont, la légèreté dont il peut être susceptible, l'économie qu'il peut offrir, dépendent presque entièrement de la solution d'un problème de métallurgie, qui consiste à trouver les moyens d'extraire et de forger à peu de frais un fer jouissant de certaines propriétés. Permettez-moi d'entrer dans quelques développemens à cet égard.

Le fer est livré aux usages civils sous un nombre presque infini de variétés différentes: parmi celles qui sont très-tenaces, c'est-à-dire susceptibles de soutenir sans se briser un poids très-grand relativement à leur épaisseur, les unes sont très-ductiles, c'est-à-dire s'allongent beaucoup avant de se rompre, tandis que les autres ne s'allongent pas d'une manière sensible; enfin parmi les mêmes variétés, il en est qui se raccourcissent en partie quand elles cessent de supporter les poids sous lesquels elles s'étaient

allongées, tandis que les autres sont dépourvues de cette élasticité. La nature et la distribution des pressions que doit soutenir le pont suspendu, le genre de mouvement que les pressions mobiles lui imprimeront, doivent faire préférer une certaine variété de fer à toutes les autres. Une étude approfondie des ponts de chaînes, et sur-tout l'expérience, doivent guider dans un choix aussi difficile; mais quand il sera fixé, le métallurgiste aura à s'occuper de la recherche non moins épineuse du traitement à faire subir au fer, pour qu'il jouisse des propriétés demandées et au degré voulu.

A ces raisons, qui pourraient exciter l'ingénieur des mines à s'occuper d'une application où ses connaissances peuvent être si utiles, il faut ajouter que les pays de mines étant assez ordinairement montagneux, le besoin de faire communiquer les deux flancs d'une vallée pour le service d'une mine peut quelquefois engager à les joindre par un pont de chaînes, dont la construction serait alors du ressort de l'ingénieur des mines.

Tels sont les motifs qui nous ont déterminés, Clapeyron et moi, à nous occuper de ce genre de construction; nous avons fait des recherches à cet égard, que nous avons trouvé l'occasion d'utiliser ici. Je sais que ce sujet a été traité par d'habiles ingénieurs, et que leurs travaux, que je ne connais pas, ne laissent rien à désirer; mais comme les méthodes dont nous nous sommes servis sont très-simples, suffisamment rigoureuses dans la pratique, et d'une application facile et prompte, j'ai pensé que vous en liriez avec plaisir l'exposé, et je m'empresse de vous l'adresser.

J'ai joint à cette note théorique la description d'une nouvelle machine à essayer les fers, construite à Pétersbourg, et le résumé des principales expériences faites au moyen de cette machine. Le souvenir des leçons dans lesquelles vous m'avez inspiré le goût de la mécanique pratique me persuade que vous aimez particulièrement cette science, et me fait espérer que tout ce que je prends la liberté de vous écrire ici ne sera pas sans intérêt pour vous.

Le plancher d'un pont de chaînes est soutenu par plusieurs rangs de tiges de fer verticales, équidistantes entre elles suivant la longueur du pont: chacune de ces tiges est fixée, par son extrémité supérieure, au sommet d'un polygone en fer, auquel on donne le nom de chaînes. Le nombre des polygones ou des rangs de tiges doit être au moins de deux. Les polygones aboutissent par leurs extrémités à des supports verticaux situés sur les culées du pont; ces supports sont équilibrés par des chaînes, opposées aux polygones, qui sont fixées dans le sol à des plaques de fonte chargées de poids considérables, ou tout simplement de la maçonnerie même des culées. L'épaisseur à donner aux tiges, aux chaînes des polygones et à ceux des chaînes équilibrantes, dépend évidemment de la traction qu'ils ont à supporter.

Pour calculer cette traction, nous imaginons que tous les polygones parallèles se réduisent à un polygone unique, qui, supportant tout seul le poids du pont au moyen d'un seul rang de tiges verticales, éprouverait une traction égale à la somme des tractions des polygones composans,

et aurait conséquemment une épaisseur égale à la somme des épaisseurs de ces mêmes polygones.

Ce polygone unique serait sollicité à chaque sommet par une force verticale égale 1°. au poids d'une portion rectangulaire du plancher du pont, ayant la même largeur transversale que le pont, et pour longueur l'intervalle qui sépare les milieux des projections horizontales de deux côtés consécutifs du polygone; 2°. à la portion correspondante de la charge maximum; 3°. enfin à la demi-somme des poids des deux côtés du polygone, adjacens au sommet que l'on considère.

De ces trois poids différens, les deux premiers sont les mêmes pour tous les sommets lorsque l'on suppose la charge maximum également répartie sur toute la surface du pont; le troisième poids varie au contraire d'un sommet à l'autre, puisque les côtés du polygone, qui ont tous la même projection horizontale, doivent avoir des longueurs et des épaisseurs différentes; mais la flèche du polygone n'étant ordinairement qu'une fraction assez petite de la distance entre ses supports, cette variation est négligeable. On peut négliger encore la variation du poids de la tige fixée à chaque sommet, poids qui est insignifiant à côté des poids que nous venons de considérer: nous supposons donc que le polygone-chaîne est sollicité à chaque sommet par une même force verticale que nous désignerons par P.

L'équilibre de ce polygone exige que les composantes horizontales des tractions des deux côtés adjacens à chaque sommet soient égales entre elles et directement opposées l'une à l'autre, et que la somme algébrique des composantes verticales de ces mêmes tractions soit égale et di-

rectement opposée au poids P, qui sollicite le sommet que l'on considère; de plus, il faut que les tractions d'un même côté à ses deux extrémités soient égales entre elles. Il est aisé de conclure de là que les composantes horizontales des tractions de tous les côtés du polygone proposé ont toutes la même valeur absolue: nous désignerons cette valeur par A.

La projection horizontale de chaque côté étant une longueur constante a , il nous est permis de prendre la ligne a pour représenter la force A; les conditions d'équilibre énoncées précédemment indiquent alors que la traction de chaque côté est proportionnelle à sa longueur; que le poids P est représenté à chaque sommet par la somme ou la différence des projections verticales des côtés qui y aboutissent, et que conséquemment cette somme ou différence est constante en passant d'un sommet à l'autre. Il est très-simple de conclure de cette constance la loi de la variation des projections verticales des côtés du polygone proposé, et par suite les valeurs des tractions en fonction de a et de P.

Appliquons ces résultats théoriques au cas où les extrémités du polygone sont au même niveau. Si le nombre de ses côtés est impair, le côté milieu sera horizontal; si ce nombre est pair, il y aura un sommet au milieu du polygone.

Dans le premier cas, la projection verticale du côté milieu étant nulle, celle du côté adjacent représentera la force P: désignons cette ligne par h ; la projection verticale du second côté, à partir du côté milieu, diminuée de celle de h du premier, devant aussi représenter le poids P, sera nécessairement égale à $2h$; et en général la dif-

férence entre les projections verticales de deux côtés consécutifs, devant représenter la force P , sera nécessairement égale à h : d'où l'on conclut que les projections verticales des côtés croîtront, à partir du côté milieu horizontal, comme les nombres naturels 1, 2, 3, 4, etc.

Soient donc $2n + 1$ le nombre des côtés du polygone, F la hauteur de la flèche; comme cette flèche est égale à la somme des projections verticales des côtés du polygone compris entre le milieu du pont et un support, on devra avoir

$$(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots + n) h = F,$$

d'où

$$(a) \dots h = \frac{2F}{n(n+1)}.$$

Connaissant la ligne h , on calculera aisément les projections verticales 0, h , $2h$, $3h$, etc. ..., nh , des côtés du polygone, et enfin leurs longueurs

$$a, \sqrt{a^2 + h^2}, \sqrt{a^2 + 4h^2}, \dots, \sqrt{a^2 + n^2 h^2}.$$

La proportion $\frac{A}{P} = \frac{a}{h}$ donnant

$$(b) \dots A = \frac{a}{h} P$$

pour la traction du côté milieu, les tractions des autres côtés, étant proportionnelles à leurs longueurs, seront

$$\frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{h} P, \frac{\sqrt{a^2 + 4h^2}}{h} P, \dots, \frac{\sqrt{a^2 + n^2 h^2}}{h} P.$$

Dans le second cas, h représentant la projection verticale d'un des côtés adjacens au sommet milieu, l'équilibre de ce sommet indique que la

force P sera représentée par $2h$, et puisque la différence entre les projections verticales des côtés adjacens à tout autre sommet doit aussi représenter la force P , on en conclut que lorsque le nombre des côtés du polygone sera pair, les projections verticales des côtés, à partir du sommet milieu, croîtront comme les nombres impairs 1, 3, 5, 7, etc.

Soient donc $2n$ le nombre des côtés, F la flèche du polygone, on devra avoir

$$(1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n-1)) h = F:$$

d'où

$$(a') \dots h = \frac{F}{n^2}.$$

La ligne h étant connue, on en déduira les valeurs numériques des projections

$$h, 3h, 5h, 7h, \dots, (2n-1)h,$$

qui représentent les composantes verticales des tractions des côtés du polygone. La proportion

$$\frac{A}{P} = \frac{a}{2h}, \text{ donnant}$$

$$(b') \dots A = \frac{a}{2h} P$$

pour la composante horizontale de toutes ces tractions, on en conclura que ces tractions elles mêmes, proportionnelles aux côtés

$$\sqrt{a^2 + h^2}, \sqrt{a^2 + 9h^2}, \sqrt{a^2 + 25h^2}, \dots, \sqrt{a^2 + (2n-1)^2 h^2},$$

ont pour valeurs

$$\frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{2h} P, \frac{\sqrt{a^2 + 9h^2}}{2h} P, \dots, \frac{\sqrt{a^2 + (2n-1)^2 h^2}}{2h} P.$$

Le plus souvent les deux côtés extrêmes du polygone ont une projection horizontale a' plus grande que celle a des autres côtés ; on peut supposer alors que leur projection verticale croît dans le même rapport, et le dernier terme du premier membre des équations qui déterminent h est alors

$$\frac{na'}{a} h \text{ ou } \frac{(2n-1)a'}{a} h,$$

suivant que le nombre des côtés est pair ou impair. Du reste, la traction de ces côtés extrêmes est toujours donnée par la formule

$$(c) \dots T = \frac{\sqrt{a^2 + n^2 h^2}}{h} P,$$

ou

$$(c') \dots T = \frac{\sqrt{a^2 + (2n-1)^2 h^2}}{2h} P.$$

Je ne parlerai pas ici du cas où les extrémités du polygone ne seraient pas au même niveau, il doit se présenter rarement, et d'ailleurs il peut être ramené au cas que je viens de traiter, en supposant le polygone interrompu à un certain sommet de l'une de ses moitiés. Il suffit pour cela qu'il y ait toujours un côté horizontal, ou que le point le plus bas du polygone soit un sommet dont les côtés adjacens fassent des angles égaux avec la verticale. Des considérations théoriques, qu'il serait trop long de développer ici, démontrent que lorsque la projection horizontale de la chaîne totale et sa flèche sont données, il est plus avantageux d'employer un polygone symétrique de part et d'autre de la verticale passant par son point le plus bas ; c'est-à-

dire que pour des poids égaux à soutenir, la traction de la chaîne est un peu moins considérable.

Lorsque la flèche et l'ouverture de la chaîne sont connues, la formule (a) ou (a') donne la valeur de h , et la forme du polygone est tout-à-fait déterminée : d'où l'on voit que lorsqu'un pont de chaînes est uniformément chargé dans toute son étendue, la forme d'équilibre des chaînes reste la même, quelle que soit la charge. La formule (b) ou (b') donne la traction horizontale de la chaîne à chaque sommet, et la formule (c) ou (c') la traction maximum du polygone, c'est-à-dire celle des côtés extrêmes.

Pour avoir les valeurs de ces tractions, il est donc essentiel de connaître le poids P . Des trois parties qui le composent, la première, qui dépend du poids du plancher du pont, s'évalue facilement lorsqu'on connaît la pesanteur spécifique des matériaux qui forment ce plancher; nous évaluons la seconde en supposant que la charge maximum soit équivalente au poids d'une foule d'hommes uniformément répartis sur le pont, dont chacun occuperait un vingtième de sagène carrée (environ 1,224 mètre carré), et peserait 4 pouds (environ 67 kilogrammes); quant à la troisième partie du poids P , celle qui dépend du poids de la chaîne, on ne peut la déterminer que lorsque l'épaisseur de la chaîne est elle-même connue : or cette épaisseur est proportionnelle à la traction, et d'après les expériences dont je vous parlerai tout-à-l'heure, elle doit être d'autant de pouces carrés anglais qu'il y a de fois 8 tonneaux dans le poids qui ferait directement équilibre à la traction.

Ainsi l'évaluation totale du poids P exige que l'on connaisse la traction même que nous nous proposons de calculer, ce qui complique singulièrement l'équation (c) ou (c'). Mais on peut alors se servir de la méthode de tâtonnements suivante : au moyen de la formule (c) ou (c'), on calcule la traction T' du côté extrême en négligeant dans P le terme correspondant au poids de la chaîne ; à la traction T' correspond une certaine épaisseur E' de la chaîne. On calcule en second lieu, toujours au moyen de la formule (c) ou (c'), la traction maximum T'' , en évaluant le troisième terme de P suivant le poids de la chaîne dû à son épaisseur E' ; à la traction T'' correspond une épaisseur E'' pour la chaîne. On calcule ensuite successivement la traction T''' due à l'épaisseur E'' ; l'épaisseur E''' qu'exige la traction T''' ; la traction T'''' due à l'épaisseur E''' ; l'épaisseur E'''' qu'exige la traction T'''' , etc., jusqu'à ce que l'on arrive à deux tractions consécutives, qui ne diffèrent l'une de l'autre que d'une quantité négligeable ; l'une d'elles pourra représenter la traction maximum du polygone proposé.

La traction étant différente pour chaque côté du polygone, il paraîtrait nécessaire de donner à la chaîne des épaisseurs variables dans toute sa longueur ; mais une telle construction est inexécutable dans la pratique. Si le pont a peu d'ouverture, on peut donner à la chaîne, dans toute sa longueur, une épaisseur égale à celle qu'exige la traction des côtés extrêmes ; si le pont a une grande ouverture, la différence entre la traction maximum des côtés extrêmes et celle maximum des côtés milieux, quoique peu de

chose relativement à chacune de ces tractions, peut être cependant assez grande pour qu'on doive économiser un excès inutile dans l'épaisseur du milieu de la chaîne : alors on peut se contenter de composer la chaîne de chaînons de deux, trois ou plusieurs épaisseurs différentes, décroissantes à partir des côtés extrêmes.

L'épaisseur de la tige verticale aboutissant à chaque sommet du polygone unique, ou bien la somme des épaisseurs des tiges situées dans un même plan vertical perpendiculaire à la longueur du pont, doit être celle qu'exige la traction due aux deux premières parties du poids P , le poids de la chaîne n'étant pour rien dans cette traction.

La direction de la chaîne équilibrante qui maintient le support placé à l'une des extrémités du polygone unique peut faire avec la verticale un angle quelconque δ ; la traction de cette chaîne est telle que sa projection horizontale fait équilibre à la traction A ; cette traction a donc pour valeur $\frac{A}{\sin \delta}$: sa projection verticale, plus la projection verticale de la traction T (formule (c) ou (c')), expriment la pression exercée sur le support, dont elle sert à déterminer l'épaisseur.

Il y a une valeur de l'angle δ pour laquelle la construction de la chaîne équilibrante du support et de la culée présentera la plus grande économie ; elle dépend du prix des matériaux ; sa détermination est une simple question de *minima*, que l'on peut résoudre par les moyens connus. Dans le cas où, par des circonstances particulières, on serait obligé de donner à la culée

et au support des dimensions qui dépasseraient de beaucoup celles correspondant à la plupart des valeurs de l'angle δ , l'économie ne porterait que sur le poids total de la chaîne équilibrante. Or, si nous supposons que cette chaîne soit prolongée, en conservant sa direction, jusqu'au radier de la culée, et que nous désignons par H la hauteur du sommet du support au-dessus de la base inférieure de la maçonnerie, $\frac{H}{\cos. \delta}$ sera la longueur de la chaîne équilibrante, son épaisseur devant être de plus proportionnelle à la traction $\frac{A}{\sin. \delta}$ qu'elle éprouve dans le sens de sa longueur; son poids sera proportionnel à

$$\frac{AH}{\sin. \delta \cos. \delta},$$

et sera un minimum quand le produit $\sin. \delta \cos. \delta$, ou son carré $\sin.^2 \delta \cos.^2 \delta$, sera un maximum : or, comme la somme des deux facteurs variables $\sin.^2 \delta$, $\cos.^2 \delta$ est constante, le maximum de $\sin.^2 \delta \cos.^2 \delta$ a lieu lorsque $\sin.^2 \delta = \cos.^2 \delta$: ainsi, dans le cas que nous considérons, la chaîne équilibrante devra faire avec la verticale un angle égal à 45° .

La construction d'un pont de chaînes présente une question de *minima* plus difficile à résoudre que celle que nous venons de traiter, et dont voici l'énoncé : *l'ouverture du pont étant donnée, on propose de déterminer la flèche à donner aux chaînes pour que la dépense totale du pont soit la moins forte possible.* On sent que ce problème est susceptible d'une solution : une trop petite flèche donne des tractions, et exige des épais-

seurs trop considérables pour les chaînes ; il est vrai que les supports sont moins élevés, mais aussi les culées doivent avoir une plus grande épaisseur pour résister à une plus grande traction horizontale ; d'un autre côté, une trop grande flèche nécessite des supports trop élevés, des frais de construction plus considérables ; les chaînes, il est vrai, sont moins épaisses, mais elles sont en même temps plus longues. Il doit donc exister une valeur particulière de la flèche pour laquelle le pont coûtera le moins possible ; elle dépend des prix des différens matériaux et de la main-d'œuvre, valeurs dont les rapports sont variables suivant les pays et les temps. Presque toujours des circonstances locales assignent des limites soit à l'empatement des chaînes équilibrantes, soit même à la hauteur des supports ; ce qui rend inutile la solution du problème précédent, qui ne nous paraît d'ailleurs pouvoir être abordé que par une méthode de tâtonnemens.

Lorsque les pièces de fer qui doivent entrer dans la construction d'un pont de chaînes ont été forgées avec les épaisseurs que le calcul leur a assignées, il est essentiel de les essayer pour s'assurer de leur résistance à la traction.

La machine dont on se sert à Pétersbourg pour ce genre d'épreuve a été construite dans la fonderie de M. Baire, d'après les plans du général Bétancourt. Elle consiste dans un long châssis composé de deux fortes poutres en fonte, liées entre elles en différens points de leur longueur par des traversines pareillement en fonte : ce châssis est assujetti horizontalement entre

deux files de pieux bien battus; à l'une de ses extrémités est fixé le cylindre horizontal d'une presse hydraulique dont le piston est un cylindre plein, pareillement horizontal; ce piston entraîne dans son mouvement un châssis mobile en fer qui glisse sur les poutres longitudinales du châssis fixe, et auquel est fixée une des extrémités de la ligne de chaînons que l'on veut essayer. Lorsque cette chaîne est tirée par la presse, son autre extrémité tend à faire mouvoir un système de leviers dont les axes tournent dans des coussinets solidement établis à l'autre bout du grand châssis fixe; un plateau p , suspendu à l'extrémité de ce système de leviers, et posé sur le châssis, reçoit les poids destinés à faire équilibre à la traction de la chaîne. Lorsque ce plateau p , supportant un poids a , est soulevé par la traction que la presse hydraulique produit sur la chaîne, les rapports des leviers sont tels, que cette traction est équivalente à environ 200 a , sans compter les frottemens sur les axes des leviers que cette traction est obligée de vaincre. Les dimensions de toutes les parties de cette machine ont été calculées de manière à ce qu'elle pût exercer une traction capable de rompre une barre de bon fer de 2 pouces et demi de diamètre. Cette rupture peut être produite en peu de temps par un seul homme, qui fait mouvoir successivement diverses pompes alimentant le cylindre de la presse hydraulique, et dont les pistons ont des diamètres de plus en plus petits. Comme le cylindre de la presse hydraulique est horizontal, on est obligé d'y faire rentrer le piston, au moyen de plusieurs roues dentées et d'une crémaillère horizontale fixée au piston

même; un homme agissant sur une manivelle met ce système en mouvement.

Lorsque cette machine fut construite, il devint nécessaire de faire sur elle des expériences propres à en régler l'usage. On nomma à cet effet une commission dont je fis partie.

La première série d'expériences entreprises par cette commission eut pour objet de déterminer rigoureusement le rapport des leviers de la machine: on plaça à cet effet dans le châssis fixe un rang de forts chaînons, dont une des extrémités était attachée au système de leviers, et dont l'autre, au lieu d'être attachée au châssis mobile du piston de la presse hydraulique, l'était à la branche verticale d'un levier coudé; tandis que sa branche horizontale, égale à la première; soutenait un grand plateau P , disposé dans un puits, et sur lequel on plaça des poids considérables qui mesureraient la traction de la chaîne, l'axe du levier coudé roulait sur des coussinets fortement assujettis au châssis fixe de la machine.

Après avoir placé sur le plateau p des poids tels qu'il ne pût quitter son support que pour des tractions beaucoup plus considérables que celles que l'on voulait faire supporter à la chaîne, on plaçait un poids déterminé A sur le plateau P ; on ôtait ensuite peu-à-peu une portion des poids du plateau p , jusqu'à ce qu'il fût soulevé; sa course avait été limitée à un pouce par un arrêt convenablement placé; si a' représente le poids restant alors sur le plateau, le rapport $\frac{A}{a'}$ aurait été le rapport des leviers du système, s'il n'y avait pas eu de frottemens: or, si l'on désigne

par x le poids qui, sur le plateau p , faisait équilibre aux frottemens sur les axes des leviers, dus à la traction A ,

$$\frac{A}{a+x}$$

sera le rapport demandé ; désignons-le par y , on aura

$$y = \frac{A}{a'+x}$$

On ajoutait ensuite peu-à-peu d'autres poids sur le plateau p , jusqu'à ce qu'il descendît sur son support ; a'' représentant le poids placé sur le plateau lors de sa descente, $a'' - x$ aurait suffi pour faire équilibre à la traction A , s'il n'y avait pas eu de frottement. On avait donc encore

$$y = \frac{A}{a''-x}$$

d'où

$$x = \frac{a''-a'}{2}, \quad y = \frac{2A}{a''+a'}$$

On fit varier A depuis 50 pouds jusqu'à 600 pouds (3 pouds = 50 kilogrammes). On obtint une série de valeurs différentes pour x , et pour y une seule valeur à très-peu près constante, qui exprima le rapport demandé du système de leviers de la machine ; ce rapport était un peu plus petit que 200. Les circonstances locales ne permirent pas d'essayer directement, au moyen du levier coudé, des tractions plus grandes que 600 pouds (10,000 kilogrammes).

Le poids x , qui, sur le plateau p , eût fait équilibre au frottement de la machine et à celui du levier coudé, variait dans le même sens que A ,

mais non proportionnellement : le rapport $\frac{A}{x}$ diminuait lorsque A augmentait ; mais quand même on eût déterminé par l'expérience, pour chaque valeur de A , la partie du poids x due au frottement sur l'axe du levier coudé ; et quand même on eût trouvé une formule empirique qui donnât exactement la partie de la variable x due au frottement sur les axes du système des leviers, pour toutes les valeurs de A comprises entre 50 et 600 pouds, ces valeurs étaient trop éloignées des tractions que la machine devait faire supporter aux fers à essayer, lesquelles devaient varier entre 1000 et 10,000 pouds (17,000 et 170,000 kilog. environ), pour que l'on pût en conclure le frottement dû à ces hautes tractions.

Le moyen que l'on avait employé pour évaluer le frottement sur les axes des leviers de la machine, lorsque la traction de la chaîne était produite au moyen du levier coudé par un poids A placé sur le plateau P , ne pouvait pas être appliqué au cas où la traction était produite par la presse, parce que, dans le premier cas, la descente du plateau p , depuis l'arrêt jusqu'au support, par l'addition du poids ($a'' - a'$), avait lieu par l'élévation du plateau P ; tandis que, dans le second cas, cette descente ne pouvait avoir lieu que par l'allongement de la chaîne. Il est vrai que la course du plateau p , depuis l'arrêt jusqu'au support, pouvait être aussi petite que possible, et conséquemment l'allongement de la chaîne environ 200 fois plus petit encore ; mais quelque petit que fût cet allongement, il fallait,

pour le déterminer, augmenter les poids placés sur le plateau *p* au-delà de la portion de ces poids nécessaire pour vaincre les frottemens. Cette nouvelle augmentation de poids pour une même traction variait extrêmement avec la nature du fer éprouvé : nous l'avons trouvée presque nulle pour certains fers très-élastiques, et tellement considérable pour d'autres fers, que plusieurs d'entre eux se brisaient avant que le plateau *p* descendant eût atteint son support. Le jeu de la presse étant arrêté, si l'on diminuait les poids supportés par le plateau, il remontait dans le cas où le fer essayé était élastique; mais dans le cas contraire, ce plateau, même dégarni de tout poids, ne remontait pas.

Ces dernières expériences firent perdre l'espoir de déterminer l'influence du frottement de la machine dans les hautes tractions; mais comme le principal but de la machine proposée était de faire subir aux fers des tractions plus fortes que celles qu'ils pouvaient avoir à supporter, on augmentait la certitude des épreuves, en prenant pour la traction des chaînes le produit du rapport des leviers (200 environ), par le poids situé sur le plateau, au moment où il était ébranlé par la traction de la chaîne, laquelle était plus grande que ce produit de toute la force nécessaire pour vaincre les frottemens; c'est à ce mode d'évaluation que la commission s'arrêta.

La seconde série d'expériences entreprises par la commission eut pour but d'essayer différens fers de Russie, afin de reconnaître ceux qui pouvaient être employés avec le plus d'avantage à la construction des ponts de chaînes. Pour essayer

chacun d'eux, on en forgeait un ou plusieurs chaînons d'un pouce carré anglais d'épaisseur, que l'on intercalait dans la chaîne de la machine, dont l'épaisseur était beaucoup plus grande; on plaçait un poids peu considérable sur le plateau *p*; on faisait agir la presse hydraulique jusqu'à ce que le plateau fût ébranlé; on arrêtait une seconde fois le jeu des pompes; on augmentait encore un peu le poids du plateau, et ainsi de suite jusqu'à la rupture d'un chaînon. L'allongement de la chaîne était noté à chaque différence de traction par le mouvement du châssis mobile du piston de la presse, relativement au châssis de la machine.

Les meilleurs fers essayés ont supporté jusqu'à 26 tonneaux au pouce carré anglais sans se briser (le tonneau équivaut à 1,050 kilogrammes). Ils commençaient à s'allonger d'une manière sensible aux deux tiers de cette traction, et l'allongement semblait croître en progression géométrique pour des tractions croissant en progression arithmétique.

Les plus mauvais fers essayés se sont brisés à une traction de 14 tonneaux au pouce carré anglais; ils ne s'allongeaient pas d'une manière sensible avant leur rupture.

On obtint directement un fer qui ne se brisait qu'à 24 tonneaux, et ne commençait à s'allonger qu'à 16 tonneaux au pouce carré anglais, en forgeant ensemble 4 barres d'un fer de qualité moyenne.

En s'appuyant sur ses principaux résultats, la commission décida : 1^o. que l'épaisseur des chaînes dans un pont suspendu serait calculée

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

SUITE DE LA NOTICE

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

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

TROISIÈME PARTIE.

Préparation mécanique et fonte des minerais d'étain.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Débouillage.

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

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

Triage.

A. Pierres riches en étain ;

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

A". Minerai de cuivre ;

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

Nota. Il y a plusieurs mines où le minerai

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

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

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

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

Bocardage.

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

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

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

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

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

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

Mines où ces machines sont en activité.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

B. Sable riche du bocard;

B'. Sable pauvre du bocard;

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

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

Lavage du
sable du
bocard.

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

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

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

On obtient de ce lavage les quatre produits suivans :

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

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

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

Lavage du
sable enrichi.

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

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

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

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

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

Le second produit est analogue à C''.

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

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

Lavage des
schlamms.

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

1°. Débourage sur une
caisse à débourber
(*TRUNK-BOX*).

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

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

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

2°. Lavage
du schlamm
enrichi.

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

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

Grillage du
minerai d'é-
tain.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Criblage et lavage du minerai d'étain calciné.

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

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

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

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

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

3°. Des déchets;

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

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

Bocardage des déchets.

Préparation mécanique de l'étain d'alluvion.

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

Lavage du sable stannifère dans une caisse allemande.

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

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

Criblage des
galets d'é-
tain.

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

Lavage du
sable du
bocard.

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

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

II. Fonte du minerai d'étain.

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

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

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

Essai des
minerais.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Description des fourneaux.

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

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

Fourneaux à réverbère pour la fonte.

Fourneau de raffinage.

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

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

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

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

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

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

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

Fonte d'étain au fourneau à réverbère.

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

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

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

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

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

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

Poids de la charge.

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

Scories.

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

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

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

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

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

Raffinage de l'étain.

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

Raffinage de l'étain.

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

Liquation.

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

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

Raffinage
proprement
dit.

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

Durée du
raffinage.

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

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

Autre méthode de raffinage appelée *Tossing*.

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

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

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

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

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

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

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

Traitement
des scories.

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

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

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

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

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

Fonte des
scories riches et des
grenailles
d'étain.

Repassage
des crasses
de liquation.

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

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

Fonte de l'étain au fourneau à manche.

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

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

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

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

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

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

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

Affinage de
l'étain.

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

GRAIN-TIN,
étain en
larmes.

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

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

Refonte des
scories.

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

Comparai-
son entre le
travail au
fourneau à
réverbère et
celui au
fourneau à
manche.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(La suite à la prochaine livraison.)

ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES,

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

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

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

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

Mines de
houille de
Saint-
Étienne.

1. ORDONNANCE du 27 octobre 1824.

CHARLES, etc., etc., etc. ;

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

Vu les demandes en concession formées pour le périmètre, n^o. 7, de l'arrondissement houiller de Saint-Etienne (Loire) ;

Les actes notariés des 25 et 29 octobre 1823 ;

L'arrêté du préfet du 24 mars 1824, et les pièces à l'appui ;

Le projet des clauses générales proposées par le même magistrat, le 13 du même mois et les pièces y annexées ;

Les avis du Conseil général des mines, des 7 juillet, 18 et 27 août 1824, adoptés par notre Conseiller d'État, Directeur général des ponts et chaussées et des mines ;

Vu toutes les pièces concernant les concessions demandées, et le plan général du périmètre, n^o. 7, présentant une subdivision en cinq concessions ;

Notre Conseil d'État entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I^{er}. Il est fait concession au sieur baron Bernon de Roche-Taillée, sous le nom de concession Du Cros, des mines de houille comprises dans les limites ci-après, conformément au plan général ci-annexé.

Au nord, une ligne droite tirée de l'angle le plus au nord des bâtimens de Fontvielle à l'angle le plus à l'est des maisons de Bras-de-Fer.

A l'ouest, de ce dernier angle, une ligne droite tirée au point confluent du ruisseau d'Ozon et du Furens ; de ce confluent, le cours du Furens en remontant jusqu'au point le plus rapproché de l'angle sud-ouest de l'usine des Mottetières.

Au sud, de ce point pris sur le cours du Furens, une ligne droite tirée à l'angle sud-ouest des Mottetières ; de cet angle, une ligne droite tirée à la jonction des axes des deux chemins qui tendent de La Chaux et Du Cros au petit Treuil ; de cette jonction, l'axe du chemin qui tend au Bessard jusqu'à la rencontre de l'axe d'un autre chemin qui tend aussi au Bessard, en passant par la Chabaussière et le

Marest ; enfin, de ce point de rencontre, une ligne droite terminée à la bonde de l'étang de Reveux ou de Molina.

A l'est, de la bonde de l'étang de Reveux, une ligne droite tirée à l'angle le plus au nord des bâtimens de Soleymieu ; de cet angle, une autre ligne droite aboutissant à l'angle le plus au nord des bâtimens de Fontvielle, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de neuf kilomètres carrés, six hectares.

ART. II. Le sieur de Roche-Taillée remboursera à qui de droit la valeur des travaux de mines, machines et agrès reconnus utiles à une bonne exploitation ultérieure, et dont il ne serait pas déjà en possession comme exploitant permissionné. Cette valeur sera réglée de gré à gré entre les parties, ou, en cas de difficultés, suivant le mode prescrit par l'art. 46 de la loi du 21 avril 1810.

ART. III. Le sieur de Roche-Taillée, ou ses ayant droit, sont et demeurent affranchis des dispositions de l'arrêt du Conseil de 1763, portant réserve en faveur de la ville de Saint-Etienne de la houille extraite dans un rayon de 2,000 toises, à partir de la place de ladite ville.

ART. IV. La présente concession est faite en outre sous les clauses générales ci-après. (Voir les clauses générales ci-annexées.)

ART. V. La présente ordonnance sera publiée et affichée, aux frais du concessionnaire, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession Du Cros.

ART. VI. Nos Ministres secrétaires d'État aux départements de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée par extrait au Bulletin des lois.

Clauses générales.

ART. I^{er}. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de l'ordonnance de concession, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, où cette mesure sera reconnue nécessaire. L'opération aura lieu aux frais du concessionnaire, à la diligence du préfet, et en présence de l'ingénieur en chef des mines, qui en dressera procès-verbal. Les frais de bornement entre des

concessions contiguës seront supportés en commun par les titulaires de ces concessions.

ART. II. L'étendue en surface de la concession, calculée sur les plans produits et sur l'atlas général de la topographie du terrain houiller du département de la Loire, sera inscrite sur le plan des concessions.

ART. III. Le concessionnaire paiera à l'État les redevances fixe et proportionnelle établies par les art. 33 et 34 de la loi du 21 avril 1810, ainsi qu'il est déterminé par le décret du 6 mai 1811. L'étendue de la concession, déterminée ainsi qu'il est dit à l'article précédent, servira de base à l'assiette de la redevance fixe.

ART. IV. Le concessionnaire paiera aux propriétaires de la surface les indemnités voulues par les art. 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux dégâts et jouissances de terrains occasionnés par les exploitations.

ART. V. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par l'art. 6 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé à une redevance en nature proportionnelle aux produits de l'extraction, laquelle sera payée par le concessionnaire aux propriétaires des terrains sous lesquels il exploitera. Cette redevance est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Pour les couches de deux mètres de puissance et au-dessus, à ciel ouvert, la redevance sera le quart du produit brut; par puits, jusqu'à cinquante mètres inclusivement, le sixième; de cinquante à cent mètres, le huitième; de cent à cent cinquante mètres, le dixième; de cent cinquante à deux cents mètres, le douzième; de deux cents à deux cent cinquante mètres, le quatorzième; de deux cent cinquante à trois cents mètres, le seizième; et au-delà de trois cents mètres, le vingtième.

Ces fractions diminueront d'un tiers pour les épaisseurs des couches de deux à un mètre; de moitié pour les épaisseurs d'un à un demi-mètre, et de trois quarts pour les couches au-dessous d'un demi-mètre : le tout ainsi qu'il est indiqué au tableau suivant.

Enfin toutes ces fractions seront réduites d'un tiers, dans le cas où le concessionnaire emploierait la méthode d'exploitation dite *par remblais*. Néanmoins cette réduction n'aura lieu que dans le cas où il sera reconnu que le remblai occupera la huitième partie au moins des excavations

opérées, et que la méthode procurera l'enlèvement des cinquièmes au moins de la houille contenue dans chaque tranche de couche en extraction.

Le remblai s'entendra des matières transportées et disposées de manière à soutenir le toit des excavations, et non des débris détachés du toit de la couche, soit par éboulement naturel, soit artificiellement.

TABLEAU des redevances à payer aux propriétaires de la surface par les concessionnaires.

PROFONDEURS.	Puissance des couches.			
	2 mètres et au-dessus.	De 2 mètr. à 1 mètre.	De 1 mètr. à 1/2 mètre.	Au-dessous de 1/2 mètre.
A ciel ouvert. . .	1/4	1/6	1/8	1/16
Par puits, jusqu'à 50m inclus. . .	1/6	1/9	1/12	1/24
De 50m à 100m. . .	1/8	1/12	1/16	1/32
De 100 à 150... . .	1/10	1/15	1/20	1/40
De 150 à 200... . .	1/12	1/18	1/24	1/48
De 200 à 250... . .	1/14	1/21	1/28	1/56
De 250 à 300... . .	1/16	1/24	1/32	1/64
Au-delà de 300... . .	1/20	1/30	1/40	1/80

Les dispositions du tarif ci-dessus seront applicables lorsqu'il n'existera pas de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface. S'il existe de semblables conventions, elles seront exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas contraires aux règles qui seront prescrites, en vertu de l'acte de concession, pour la conduite des travaux souterrains et dans les vues d'une bonne exploitation. Dans le cas opposé, elles ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité.

ART. VI. Les nombres portés dans le tarif ci-dessus,

à la colonne *profondeurs*, expriment les distances verticales qui existent entre le sol de chaque place d'*accrochage* (ou recette) de la houille à l'intérieur de la mine, et le seuil bordant à l'extérieur l'orifice du puits, soit que l'extraction s'opère par un puits vertical, soit qu'elle ait lieu par un puits incliné (ou fendue). Le cas arrivant où la tonne (ou benne) qui contient la houille serait accrochée au bas d'un plan incliné sur le prolongement d'un puits vertical, la profondeur ne sera comptée qu'à partir de la naissance du puits vertical.

ART. VII. Les *puissances* des couches de houille, portées au tarif, expriment les épaisseurs réunies des différens lits (ou mises) de houille dont se compose une même couche, déduction faite des bancs de rocher interposés entre ces lits. Toutefois, la déduction aura lieu seulement à l'égard des bancs ou bandes de rocher qui se seront présentées avec continuité sur une surface de cent mètres carrés au moins, avec une épaisseur moyenne de dix centimètres et au-dessus.

ART. VIII. La redevance sera délivrée jour par jour en nature, à moins que les propriétaires n'aient mieux la recevoir en argent. Dans ce cas, elle sera payée par semaine par le concessionnaire, suivant le prix courant de la houille de même qualité dans les concessions voisines.

Les propriétaires devront déclarer au concessionnaire en quelle valeur ils veulent percevoir leur redevance, soit en nature, soit en argent, et cette déclaration sera obligatoire jusqu'à l'abandon de la couche en exploitation au moment où la déclaration aura été faite.

ART. IX. Aussitôt que le concessionnaire portera les travaux d'extraction sous une nouvelle propriété superficielle, il sera tenu d'en informer le propriétaire, lequel pourra placer à ses frais sur la mine un préposé pour vérifier le nombre des tonnes ou bennes de houille sorties de la mine.

ART. X. Le concessionnaire se conformera aux instructions qui lui seront données par l'Administration et par les ingénieurs des mines du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance de ses travaux pourront donner lieu, ainsi qu'aux conditions spéciales ci-après.

ART. XI. Le concessionnaire maintiendra jusqu'à leur

entier épuisement l'activité des exploitations existant dans l'étendue de sa concession.

ART. XII. Dans les quatre mois qui suivront la notification de l'ordonnance, le concessionnaire adressera au préfet du département les plans et coupes des exploitations existantes, dressés sur l'échelle d'un millimètre par mètre, divisée en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés des profils et du tracé circonstancié des travaux que le concessionnaire se propose d'exécuter comme développement des travaux existants lors de sa prise de possession. Il y joindra un mémoire explicatif.

ART. XIII. Chaque année, dans le courant de janvier, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des travaux exécutés pendant l'année précédente. Ces plans, dressés dans les mêmes proportions que ceux qui ont été désignés à l'art. 12, seront vérifiés, s'il y a lieu, par les ingénieurs des mines.

ART. XIV. Sur la projection horizontale des plans fournis en exécution de deux articles précédents, le concessionnaire tracera les limites des propriétés territoriales de la surface du sol.

ART. XV. Dans le cas où des circonstances imprévues obligeraient à apporter quelques modifications aux plans généraux d'exploitation, le concessionnaire sera tenu d'en faire immédiatement la déclaration au préfet du département.

ART. XVI. Il ne pourra être procédé à l'ouverture d'un nouveau puits vertical ou incliné (fendue) partant du jour pour être mis en communication avec des travaux existants, sans que le concessionnaire en ait fait la déclaration au préfet trois mois au moins à l'avance.

ART. XVII. Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un nouveau champ d'exploitation, dont les ouvertures à pratiquer au jour ne devraient pas être mises en relation, au moins prochaine, avec des travaux déjà existants, il en fera la déclaration au préfet, six mois à l'avance.

Cette déclaration sera accompagnée :

- 1°. De la désignation des propriétés territoriales que le nouveau champ d'exploitation devra embrasser;
- 2°. Du tracé des travaux que le concessionnaire se proposera d'exécuter, accompagné d'un mémoire explicatif.

Un extrait de la déclaration, rédigé par l'ingénieur, sera

affiché pendant un mois à la porte de chacune des mairies que renferme le périmètre de la concession.

ART. XVIII. A l'expiration du terme exigé pour la publication de la déclaration du concessionnaire, le préfet, sur le rapport des ingénieurs qui constaterait dans le projet d'exploitation des vices susceptibles de compromettre la sûreté et la conservation, soit de la mine concédée, soit des concessions voisines, pourra modifier, suspendre ou interdire l'exécution de tout ou partie des ouvrages projetés qu'il reconnaîtrait avoir ce résultat, sauf à rendre compte immédiatement à notre ministre de l'intérieur.

ART. XIX. L'exploitation de toute mine dans laquelle il sera constaté par un procès-verbal de l'ingénieur qu'on ne suit plus le plan d'exploitation conforme à la déclaration du concessionnaire, ou aux modifications adoptées par le préfet, pourra être mise en surveillance de police; il sera, à cet effet, placé, aux frais du concessionnaire, un garde-mine, ou tout autre préposé nommé par le préfet, à l'effet de lui rendre un compte journalier de l'état des travaux, et de proposer telle mesure de police qu'il jugera nécessaire.

La surveillance de police pourra également être ordonnée par le préfet, dans le cas d'inexécution, de la part du concessionnaire, des obligations qui lui sont imposées par les art. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 18 de la présente ordonnance.

ART. XX. Les frais auxquels donnera lieu l'application des deux articles ci-dessus, et la levée des plans qui pourra être ordonnée d'office par le préfet, lorsque le concessionnaire, mis en demeure, ne les aura pas fournis, seront réglés en conseil de préfecture, et le recouvrement en sera poursuivi comme il est prescrit en matière de grande voirie.

ART. XXI. Le concessionnaire ne pourra abandonner tout ou partie notable des ouvrages souterrains pratiqués dans l'étendue d'un champ d'exploitation, qu'il n'ait préalablement rempli les dispositions prescrites par les art. 8 et 9 du règlement du 3 janvier 1813, et que sa déclaration n'ait été publiée et affichée conformément à l'art. 17 de la présente ordonnance. Il sera tenu de notifier aux propriétaires intéressés l'autorisation du préfet, dans les huit jours qui suivront son obtention.

ART. XXII. Le concessionnaire, dans les cas prévus par les art. 1 et 2 de l'ordonnance du 21 novembre 1821, n'aura aucun privilège pour l'exploitation des minerais de fer existant dans l'étendue de sa concession des mines de houille.

L'exécution de ces deux articles aura lieu au profit des propriétaires d'usines et autres parties intéressées, de la même manière qui était en usage avant la concession de la mine de houille.

ART. XXIII. Jusqu'à ce que la concession des minerais de fer carbonaté lythoïde, gisant en connexité avec la houille, ait été accordée, le concessionnaire des mines de houille sera tenu d'exploiter les minerais pour les livrer aux usines établies dans le voisinage avec autorisation légale. Sur leur demande, et après que la convenance de cette exploitation, sous le rapport de l'art et des besoins des consommateurs, aura été reconnue par le préfet, le prix du minerai sera réglé à l'amiable ou à dire d'experts.

ART. XXIV. Dans le cas où, le concessionnaire n'ayant pas usé du droit de préférence qui lui est réservé par l'art. 3 de ladite ordonnance, la concession du minerai serait accordée à un tiers, il sera tenu de se soumettre aux charges imposées par le nouvel acte de concession, pour que l'exploitation du minerai puisse avoir lieu dans l'étendue de sa concession de mines de houille, et sous la réserve des indemnités auxquelles il aurait droit, conformément à l'art. 46 de la loi du 21 avril 1810, pour l'usage des voies souterraines et d'autres moyens d'exploitation qui lui appartiendraient.

ART. XXV. Dans le cas où le gouvernement reconnaîtrait nécessaire à la sûreté ou à la prospérité des exploitations de faire exécuter des travaux d'arts souterrains ou extérieurs, communs à plusieurs exploitations, tels que voies d'airage, galeries d'écoulement, grands moyens d'épuisement des eaux, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux dans l'étendue de sa concession.

ART. XXVI. Il sera pourvu à l'établissement des travaux ci-dessus désignés par un règlement d'Administration publique, après que les parties auront été entendues.

Ce règlement déterminera la proportion dans laquelle chaque concessionnaire intéressé devra contribuer, et le re-

couvrement des dépenses aura lieu comme en matière de contributions directes, le tout conformément aux règles prescrites par la loi du 4 mai 1803 (14 floréal an 11).

ART. XXVII. La conservation des travaux mentionnés à l'art. 25 sera placée sous la surveillance spéciale des ingénieurs des mines du département, qui devront rédiger et présenter au préfet les devis des dépenses d'entretien jugées nécessaires. Ces dépenses seront réparties entre les concessionnaires intéressés, par un arrêté du préfet, et le montant en sera recouvré comme celui des frais de premier établissement.

ART. XXVIII. Dans le cas où des travaux d'exploitation auraient lieu sur les mêmes couches, dans deux concessions contiguës, le préfet du département pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, qu'un massif de houille (investison) soit réservé intact sur chaque couche, près de la limite commune aux deux concessions, pour éviter que les exploitations soient mises en communication d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre.

L'épaisseur des massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet, qui en ordonnera la réserve. Cette épaisseur sera toujours prise par moitié sur chacune des deux concessions.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés, et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura pris un arrêté pour autoriser cet ouvrage, et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Il en sera de même pour le cas où, l'utilité des massifs ayant cessé, un arrêté du préfet pourra autoriser chaque concessionnaire à exploiter la portion qui lui appartiendra.

ART. XXIX. La houille menue et les débris susceptibles de s'enflammer spontanément dans l'intérieur des mines seront transportés au jour, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, à moins d'une autorisation spéciale du préfet délivrée sur le rapport des ingénieurs des mines.

XXX. Le concessionnaire sera tenu de se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'Administration pour prévenir les dangers résultant de la présence du gaz

hydrogène et de son explosion dans les mines, et de supporter les charges qui pourront, à cet effet, lui être imposées.

ART. XXXI. Les machines d'extraction placées à l'orifice des puits verticaux ou inclinés devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

ART. XXXII. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, et indépendamment du plan des travaux souterrains, le concessionnaire tiendra constamment en ordre, sur chaque exploitation : 1°. un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances extraordinaires de l'exploitation ; 2°. un registre indiquant le nom des propriétaires sous les terrains desquels il exploite ; 3°. un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux extérieurs et intérieurs ; 4°. un registre d'extraction et de vente. Il communiquera ces registres aux ingénieurs des mines lors de leurs tournées ; il transmettra en outre au préfet, tous les ans, et au Directeur général des mines toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié des ouvriers et celui de la quantité de houille extraite dans l'espace de temps qui lui sera indiqué.

ART. XXXIII. En exécution de l'art. 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ou ses ayant cause ne pourront confier la direction de leurs exploitations qu'à un individu qui justifiera de la capacité nécessaire pour bien conduire les travaux.

Lorsqu'une concession sera exploitée par une société en nom collectif, cette société sera tenue de désigner, par une déclaration authentique, faite au secrétariat de la préfecture, celui de ses membres, ou toute autre personne qu'elle aura pourvue des pouvoirs nécessaires pour correspondre en son nom avec l'autorité administrative, et en général pour la représenter vis-à-vis de l'Administration, tant en demandant qu'en défendant.

ART. XXXIV. Le concessionnaire procurera un libre accès dans ses mines aux élèves externes de l'École royale des mines de Paris, qui seraient envoyés en mission ou en voyage d'instruction par le Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Il sera tenu de procurer aussi, tous les deux ans, un libre accès dans chacune de ses exploitations, à cinq élèves de

l'École royale des mineurs de Saint-Étienne, pendant une semaine, sur l'invitation qui lui en sera faite par le Directeur de cette École. Ce temps de visite des élèves pourra être employé à des levers de plans souterrains, à des levers de machines, ou à des travaux manuels dans la mine, tels que l'entaille de la houille ou de la roche, le boisage, etc.

ART. XXXV. En cas d'abandon des mines ou de renonciation à la concession, il en prévendra le préfet, par pétition régulière, au moins six mois à l'avance, pour qu'il puisse être pris les mesures convenables, soit pour sauver les droits des tiers par la publication qui sera faite de la pétition, soit pour la reconnaissance complète, la conservation, ou, s'il y a lieu, l'abandon définitif des travaux.

ART. XXXVI. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des mines, en exécution des art. 47 à 50 de la loi du 21 avril 1810, et du titre II du règlement du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise d'une manière quelconque par le concessionnaire, soit à un autre individu, soit à une société. Le cas échéant, le titulaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par l'acte de concession.

ART. XXXVII. Le concessionnaire se conformera d'ailleurs aux lois, ordonnances et réglemens, intervenus ou à intervenir, sur le fait des mines, et notamment aux dispositions des art. 15, 16, 22 et 25 du décret du 3 janvier 1813.

2. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait concession aux sieurs Gilibert et Barlet, sous le nom de concession La Roche, des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

A l'est et au sud-est, à partir du point d'intersection des deux chemins qui tendent, l'un de la Chaux au Soleil, et l'autre de la Bâtie au Marest, l'axe du chemin qui tend de la Chaux au Soleil jusqu'à l'angle nord-est de la maison du sieur Didier; de cet angle, une ligne droite tirée à l'angle sud-est de la maison du sieur Étienne Dumas; de ce nouvel angle, le chemin de Sorbier à Saint-Étienne, jusqu'à la rencontre de celui qui descend de Grise-de-Lin à Château-Creux.

A l'ouest et au nord-ouest de ce point de rencontre, l'axe du chemin qui tend à la Bâtie, en passant par Châ-

teau-Creux, la Treyre et le Marest, jusqu'à son intersection avec l'axe du chemin du Bessard à la Chaux.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de trente-huit hectares.

3. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait concession aux sieurs Jean-Aimé-George Victor et Jean Jovin frères, Fleury-Nicolas et Adolphe-Antoine Thiollière Du Treuil, sous le nom de concession Du Treuil, des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

1^o. A l'ouest, à partir du point où la voûte qui recouvre le Furens est coupée par l'axe de la route de Saint-Étienne à Lyon, le cours de cette rivière en descendant jusqu'au point le plus rapproché de l'angle sud-ouest de l'usine de Mottetières.

2^o. Au nord, de ce point pris sur le cours du Furens, une ligne droite tirée à l'angle sud-ouest des Mottetières; de cet angle, une ligne droite tirée à la jonction des axes des deux chemins qui tendent de la Chaux et Du Cros au petit Treuil.

3^o. A l'est, de cette jonction, l'axe du chemin qui tend au Soleil, jusqu'à l'intersection de l'axe du chemin qui tend de la Bâtie au Marest; de-là, l'axe du chemin qui tend à Saint-Étienne, en passant, à l'est du Marest, à la Treyre et à Château-Creux, jusqu'à la rencontre de l'axe du chemin qui tend de Sorbier à Saint-Étienne; enfin ce dernier chemin jusqu'à sa naissance sur la place de la Monta.

4^o. Au sud, de ce point pris sur la place de la Monta, la grande route de Lyon à Saint-Étienne, jusqu'au point de départ à l'ouest.

Les limites ci-dessus renferment une superficie d'un kilomètre carré quatre-vingt-dix-neuf hectares.

4. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait concession au sieur André-Ant. Neyron, sous le nom de concession de Méons, des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Au nord, de la bonde de l'étang de Reveux ou de Molina, une ligne droite tirée à la jonction des axes des chemins qui tendent de la Chaux et du Marest au Soleil.

A l'ouest, de ce point de jonction, l'axe du chemin qui tend de la Chaux au Soleil jusqu'à son intersection avec l'axe de celui qui tend de Saint-Étienne à Sorbier.

Au sud, de cette dernière intersection, l'axe du chemin de Saint-Étienne à Sorbier, jusqu'à sa rencontre avec l'axe du chemin de la Chaux au Bessard; puis marchant vers le sud, l'axe du chemin du Bessard à Bertrand jusqu'à la rencontre du ruisseau du Bessard; de ce point de rencontre, en remontant le cours du Bessard, jusqu'au point où il est coupé par la ligne droite tirée de l'angle ouest de Grange-Neuve, au centre du carrefour le plus au nord du hameau du Bessard; de cette intersection, la droite susdite jusqu'à l'angle ouest de Grange-Neuve; enfin de cet angle, une ligne droite tirée vers un point situé à sept cents mètres vers l'est, et pris sur une ligne dirigée vers le centre du carrefour du Grand-Ronzy.

A l'est, de ce point, pris à sept cents mètres de l'angle ouest de Grange-Neuve, une droite tirée à la bonde de l'étang de Reveux, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie d'un kilomètre carré quarante-deux hectares.

5. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait concession aux sieurs Dayet, Brechignac, Didier, Neyron, Peyret, Vincent, Descourt, Berthou, Durand et Giron, sous le nom de concession Bérard, des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

1^o. Au nord et à l'est, de l'angle nord-est de la maison Didier, l'axe du chemin de Saint-Étienne à Sorbier jusqu'à son intersection avec l'axe du chemin de la Chaux au Bessard; de cette intersection, marchant vers le sud, l'axe du chemin qui tend du Bessard à Bertrand, jusqu'à la rencontre du ruisseau de Bessard; de cette rencontre, le cours dudit ruisseau en remontant jusqu'au point où il est coupé par la droite tirée de l'angle ouest de Grange-Neuve au centre du carrefour le plus au nord du hameau de Bérard.

2^o. Au sud, de cette dernière intersection, la droite sus-

dite jusqu'au centre du carrefour susdit; de ce centre, le plus court chemin de service aboutissant à la grande route de Lyon à Saint-Étienne; puis cette route jusqu'à la naissance du chemin de Saint-Étienne à Sorbier, sur la place de la Monta.

3^o. A l'ouest, de ce point, pris sur la place de la Monta, l'axe du chemin de Saint-Étienne à Sorbier, jusqu'à l'angle sud-est de la maison de sieur Étienne Dumas; de cet angle une droite tirée à l'angle nord-est de la maison du sieur Didier, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de soixante-cinq hectares.

6. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait au sieur Roustain, sous le nom de concession de la Baralière, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

A l'est, du point où le chemin de service de Reveux au Grand-Cimetière rencontre la grande route de St.-Étienne à Lyon, une ligne droite dirigée vers un point situé à quatre cents mètres (ouest) du centre du carrefour du Grand-Ronzy, et pris sur la droite qui joint le centre dudit carrefour à l'angle ouest de Grange-Neuve.

Au nord, cette dernière droite jusqu'à son intersection avec le chemin de Reveux au hameau de la côte Thiolière.

A l'ouest, ce dernier chemin jusqu'à la grande route de Saint-Étienne à Lyon, en longeant les confins nord-ouest du clos du sieur Roustain.

Au sud, marchant vers l'est, la grande route de Saint-Étienne à Lyon jusqu'à la rencontre du chemin qui tend de Reveux au Grand-Cimetière.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de trente-huit hectares.

7. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait aux sieurs Pelicier et Molle, sous le nom de concession de Villeboeuf, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

A l'est, à partir de la décharge supérieure des eaux du moulin du Rey établi sur le Furens, une ligne droite aboutissant au point de jonction des chemins qui tendent de la Palle et de la Pouilleuse à Villebœuf; de-là, une ligne droite aboutissant à l'angle sud-est du clos de Chante-Grillet; enfin, du sommet de cet angle, une autre droite tirée à la grande route de Lyon à Saint-Étienne et au point où commence, sur la place de la Monta, le chemin vicinal de Sorbier.

Au nord, la grande route de Lyon jusqu'à la clef de la voûte qui recouvre le Furens sur la grande place de Saint-Étienne.

Au sud-ouest, le cours du Furens en remontant jusqu'à la décharge supérieure des eaux du moulin du Rey, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de deux kilomètres carrés et douze hectares.

8. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait à la Compagnie dite des Fonderies et Forges de la Loire et de l'Isère, sous le nom de concession du Jahon, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après, conformément au plan annexé à la présente ordonnance.

Au nord-est, de l'angle sud-ouest de la Pouilleuse, deux lignes droites brisées passant successivement par l'angle sud de la Coche et par l'angle nord de la maison de direction de la Compagnie des Forges et Fonderies de la Loire et de l'Isère; de-là, les contours nord-est du clos attenant à ladite maison jusqu'à leur angle est; puis une ligne droite tirée de cet angle est du clos à l'angle nord de la Perrotière, mais terminée à son intersection avec une autre droite dirigée du clocher de Sorbier à celui de Roche-Taillée; enfin de cette intersection, la dernière ligne droite décrite jusqu'à la rencontre de la ligne droite tirée de l'angle nord de la Perrotière à la décharge supérieure des eaux du moulin du Rey dans le Furens.

Au sud, de cette rencontre, la ligne droite tirée de l'angle nord de la Perrotière à la décharge supérieure des eaux du moulin du Rey dans le Furens, mais terminée à son in-

tersection avec le chemin de la Palle au hameau de la Cotencièrre passant par les Rases.

A l'ouest, de ce point d'intersection, le chemin de service des Rases et de la Palle, puis celui de Beaulieu jusqu'à la rencontre du chemin qui tend de la Mulotière à la Pouilleuse; de-là, ce dernier chemin jusqu'à l'angle sud-ouest de la Pouilleuse, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de deux kilomètres carrés quinze hectares.

9. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait au sieur Paillon, sous le nom de concession de Ronzy, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

A l'ouest, du point où le chemin de service de Reveux au Grand-Cimetière rencontre la grande route de Saint-Étienne à Lyon, une ligne droite dirigée sur un point situé à quatre cents mètres ouest du carrefour du Grand-Ronzy, et pris sur la droite qui joint le centre dudit carrefour et l'angle ouest de Grange-Neuve au nord; cette dernière droite jusqu'au centre du carrefour du Grand-Ronzy.

A l'est, de ce dernier point, une droite dirigée vers le milieu de la grille de l'enclos du sieur Moutanier sur le bord de la grande route de Saint-Étienne à Lyon, et terminée au point où elle coupe une autre droite tirée du clocher de Saint-Jean-de-Bonnefond, à l'extrémité sud des limites ouest susdites.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de vingt-huit hectares.

10. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait à la Compagnie dite des mines de Fer de Saint-Étienne, sous le nom de concession de Terre-Noire, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Au sud, de la décharge supérieure des eaux du moulin du Rey dans le Furens, une ligne droite dirigée sur l'angle nord de la Perrotière, mais terminée à sa rencontre

avec le chemin de la Palle au hameau de la Contencière ; passant par les Rases ; puis le chemin des Rases à la Palle et de la Palle à Beaulieu jusqu'à la rencontre du chemin de la Mulotière à la Pouilleuse ; ensuite ce dernier chemin jusqu'à l'angle sud de la maison de direction de la Compagnie des Forges et Fonderies de la Loire et de l'Isère ; de-là, les contours nord-est du clos appartenant à ladite maison jusqu'à leur angle est ; enfin, une ligne droite tirée de cet angle est du clos à l'angle nord de la Perrotière, mais terminée à son intersection avec une autre droite tirée du clocher de Roche-Taillée à celui de Sorbier.

A l'est, de cette intersection, la ligne droite dirigée du clocher de Roche-Taillée à celui de Sorbier, mais terminée à sa rencontre avec une autre ligne droite passant par l'angle ouest de Grange-Neuve et le centre du carrefour du Grand-Ronzy.

Au nord, cette dernière ligne droite jusqu'au centre du carrefour du Grand-Ronzy, puis une ligne droite tirée du centre de ce carrefour vers le milieu de la grille de l'enclos du sieur Montanier, sur le bord de la grande route de Saint-Étienne à Lyon, jusqu'au point où cette ligne droite est coupée par une autre droite tirée du clocher de Saint-Jean-de-Bonnefond, sur le point d'intersection du chemin de Reveux au Grand-Cimetière avec la grande route de Saint-Étienne à Lyon ; de-là, cette dernière droite jusqu'à la rencontre du chemin de Reveux ; ensuite la route de Saint-Étienne à Lyon jusqu'au point où commence le chemin de service qui conduit à Terre-Noire ; de ce point, une ligne droite tirée à l'angle le plus au nord des bâtimens de la Richelandière et prolongée jusqu'à son intersection avec le cours du ruisseau de Lizérable, puis en descendant le cours dudit ruisseau jusqu'à la rencontre de la droite tirée de l'angle ouest de Grange-Neuve au centre du carrefour qui est situé à l'angle le plus au nord de Bérard ; de cette rencontre, la dernière droite décrite jusqu'audit carrefour de Bérard, puis le plus court chemin de service qui conduit à la grande route de Lyon à Saint-Étienne, et enfin cette dernière grande route jusqu'à la Monta, au point où commence le chemin vicinal qui tend à Sorbier.

A l'ouest, de ce dernier point, une droite tirée à l'angle sud-est du clos de Chante-Grillet ; de-là, une autre droite dirigée vers le point de jonction des chemins qui

tendent de la Pouilleuse et de la Palle à Villebœuf ; puis une autre droite terminée à la décharge supérieure des eaux du moulin du Rey dans le Furens, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés soixante-douze hectares.

II. ORDONNANCE du 4 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait aux sieurs Antoine - Jean Palluat, Pierre Palluat et consorts, désignés dans l'acte de conciliation du 23 janvier 1824, sous le nom de concession de Montrambert, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après, conformément au plan annexé à la présente ordonnance.

A l'ouest, une ligne droite tirée de l'embouchure du ruisseau de Vacheyri dans l'Ondène, à l'ancienne borne placée à la Chavanne (borne-limite de la concession de Firmini), mais arrêtée cependant à treize cents mètres de ladite embouchure du ruisseau de Vacheyri.

Au sud, de l'extrémité sud de cette dernière ligne droite terminée au point A, centre du carrefour de la Pansière ; de-là, une droite dirigée au centre B du carrefour de la Vienne, mais terminée à son intersection avec une autre droite passant 1^o. par l'angle le plus à l'est des maisons ou bâtimens de Trémolins ; 2^o. et par l'angle aussi le plus à l'est des bâtimens de Laroa ou des Broses, appartenant aux hospices civils de la ville de Saint-Étienne.

A l'est, d'abord cette dernière ligne droite, puis une autre droite tirée de l'angle le plus à l'est des bâtimens du domaine de Laroa au centre de la maison du sieur Chéssac, située sur le bord méridional de l'ancienne grande route du Puy à Saint-Étienne, mais prolongée jusqu'à son intersection avec la droite, qui passe par le milieu de la voûte du pont de Valbenoite sur le Furens et le point où commence l'axe du chemin de service qui tend de la Chaumassière au Deveys.

Au nord, de cette intersection, la dernière droite décrite, prolongée jusqu'à la rencontre d'une autre droite qui part de l'angle ouest du Creil-Pomat et se termine au centre de la place de la Grande-Pinatelle.

Au nord-ouest, d'abord cette dernière droite jusqu'au

centre de la place de la Grande-Pinatelle ; delà , une ligne tirée à l'embouchure du ruisseau de Vacheyri dans l'On-dène, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés soixante-six hectares.

12. *ORDONNANCE du 4 novembre 1824.*

ART. 1^{er}. Il est fait aux sieurs Bayon, Jean-Pierre Larderet et consorts, désignés dans les actes de conciliation des 23 janvier et 30 avril 1824 ; Pierre Vallon et consorts, désignés dans ce dernier acte, sous le nom de concession de la Berandière, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Au nord, du milieu de la voûte du pont de Valbenoite sur le Furens, une ligne droite tirée au point où commence l'axe du chemin de service qui tend de la Chaumassière au Deveis, et prolongée jusqu'à son intersection avec une autre droite tirée et déterminée par le centre de la maison du sieur Chessac, située sur le bord méridional de l'ancienne grande route du Puy à Saint-Étienne, et par l'angle le plus à l'est des bâtimens du domaine de Laroa ou des Broses, appartenant aux hospices civils de la ville de Saint-Étienne.

A l'ouest, d'abord cette dernière ligne droite, puis une autre droite tirée de l'angle le plus à l'est des bâtimens du domaine de Laroa à l'angle aussi le plus à l'est des maisons ou bâtimens de Trémolin, mais prolongée jusqu'à son intersection avec la ligne dirigée du centre A du carrefour de la Pansière au centre B du carrefour de la Vienne.

Au sud, de cette intersection, la ligne droite jusqu'au centre du carrefour de la Vienne ; delà, deux autres droites, passant successivement par le centre C du carrefour de Sous-Laure et par la décharge supérieure des eaux du moulin du Rey établi sur le Furens.

A l'est de cette décharge supérieure des eaux du moulin du Rey, l'axe du cours du Furens jusqu'au point où correspond le milieu du pont de Valbenoite, qui est aussi le point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de six kilomètres carrés quatre-vingts hectares.

13. *ORDONNANCE du 17 novembre 1824.*

ART. 1^{er}. Il est fait, sous le nom de concession du Ban, aux sieurs Claude Bonjour, Germain Rey et consorts, désignés dans l'acte de conciliation du 26 mai 1824 ; Jean Meunier, Johannes Schmith et consorts, désignés dans le même acte, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Au sud, de l'angle ouest de la maison de Mosnier, une ligne droite tirée au clocher de Saint-Genis-Terre-Noire, mais terminée à son intersection avec le cours du ruisseau de Collenon.

A l'est, de cette intersection, l'axe du ruisseau de Collenon jusqu'au chemin qui sert de limite, à l'est, à la commune de Chagnon ; puis ce même chemin jusqu'à son intersection avec une droite tirée du clocher de Saint-Genis-Terre-Noire à l'angle A, qui est le plus au nord des bâtimens du hameau de la Josserandière.

Au nord, de cette intersection, la même droite qui vient d'être décrite, et prolongée jusqu'à son intersection avec une autre droite tirée du milieu du confluent du ruisseau de Dorlay à l'angle ouest de la maison Mosnier.

A l'ouest, de cette intersection, ladite droite jusqu'à l'angle de la maison Mosnier, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de soixante-treize hectares.

14. *ORDONNANCE du 17 novembre 1824.*

ART. 1^{er}. Il est fait, sous le nom de concession de la Montagne du Feu, aux sieurs Madignier et consorts, désignés dans l'acte de conciliation du 26 mai 1824 ; Camille Crozet, Meunier, Bignon et consorts, désignés dans le même acte ; Camille Crozet, Dumas et consorts, désignés dans le même acte, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

A l'est, du pont de Sardon sur le ruisseau de Dureize, l'axe du chemin tendant à Gravenand jusqu'à l'angle le plus au nord de la maison Riocreux ; delà, une ligne droite tirée au clocher de Saint-Genis-Terre-Noire.

Au nord, de ce clocher, une ligne droite tirée à l'angle A le plus au nord des maisons de la Jossierandière, et terminée à son intersection avec l'axe du ruisseau de Dureize.

A l'ouest, de cette intersection, l'axe du ruisseau de Dureize jusqu'au pont du Sardon sur ledit ruisseau, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de soixante-dix-neuf hectares.

15. ORDONNANCE du 17 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait, sous le nom de concession de la Cappe, aux sieurs Neyrand frères, François Dumas, Teillard, Camille Crozet et consorts, désignés dans l'acte de conciliation du 26 mai 1824, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Au sud, du milieu de la levée du moulin Cuzieu, l'axe du cours du Gier jusqu'à l'embouchure du ruisseau de Dureize, l'axe du cours de ce ruisseau jusqu'au milieu du pont de Dureize.

Au nord et au nord-ouest, du milieu du pont de Dureize, une ligne droite tirée à l'angle sud de la maison la plus à l'ouest du hameau de la Cappe, puis une droite tirée au milieu de la levée du moulin Cuzieu sur l'axe du cours du Gier, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de quarante-deux hectares.

16. ORDONNANCE du 17 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait, sous le nom de concession de Corbeyre, aux sieurs Louis Finaz, Neyrand frères et consorts, désignés dans l'acte de conciliation du 26 mai 1824, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après, conformément au plan annexé à la présente :

Au sud, à partir de l'embouchure du Dorlay, le cours de la rivière de Gier jusqu'au milieu de la levée du moulin Cuzieu sur l'axe dudit cours du Gier.

Au sud-est, du milieu de la levée du moulin Cuzieu, une ligne droite tirée à l'angle sud de la maison la plus à l'ouest du hameau de la Cappe, mais terminée à son inter-

section avec la ligne séparative de deux terres, dont l'une appartient à M. Neyrand, et l'autre à M. Fleury-Thevenet.

Au nord-est, de cette intersection, marchant vers l'ouest, la ligne qui forme la limite nord-est de la terre précitée, appartenant à M. Neyrand, jusqu'au carrefour formé par la jonction des chemins, tendant l'un du hameau du Mulet, et l'autre de celui de Collinon au moulin Cuzieu; puis de ce carrefour, l'axe du chemin tendant audit hameau du Mulet, jusqu'à son intersection avec une ligne droite tirée de l'angle ouest de la maison Mosnier au clocher de Saint-Genis-Terre-Noire.

Au nord, de cette intersection, la même droite précédente jusqu'à l'angle ouest de la maison Mosnier.

A l'ouest, de cet angle ouest de la maison Mosnier, une ligne droite tirée au milieu de l'embouchure du ruisseau de Dorlay, mais arrêtée au milieu de la rivière de Gier, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie de trente-sept hectares.

17. ORDONNANCE du 17 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait, sous le nom de concession de Colleton, aux sieurs Chavanne, Claude Binnachon et consorts, désignés dans l'acte de conciliation du 26 mai 1824; Laurent Bechetoille, Odon-Grange et consorts, désignés dans le même acte, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

A l'est, du milieu du pont de Dureize, l'axe du cours de ce ruisseau jusqu'à son intersection avec la ligne droite tirée du clocher de Saint-Genis-Terre-Noire, à l'angle A le plus au nord des maisons ou bâtimens du hameau de la Jossierandière.

Au nord, de cette intersection, marchant à l'ouest, la dernière droite décrite jusqu'à la rencontre du chemin qui forme la limite est de la commune de Chagnon.

A l'ouest, de cette rencontre, ce dernier chemin (limite est de la commune de Chagnon) jusqu'au ruisseau de Colleton; puis l'axe de ce ruisseau jusqu'à son intersection avec la droite tirée de l'angle ouest de la maison Mosnier,

au clocher de Saint-Genis-Terre-Noire ; delà , cette dernière droite jusqu'à la rencontre de l'axe du chemin qui tend du hameau du Mulet au moulin Cuzieu ; puis l'axe du même chemin jusqu'à sa jonction avec le chemin tendant dudit moulin Cuzieu au hameau de Collenon , et de cette jonction , la limite nord-est d'une terre appartenant au sieur Neyrand , jusqu'à la propriété de Fleury-Thevenet , et delà , la limite commune desdites terres des sieurs Neyrand et Fleury-Thevenet , jusqu'à la rencontre d'une droite tirée du milieu de la levée du moulin de Cuzieu sur l'axe du cours du Gier , à l'angle sud de la maison la plus à l'ouest du hameau de la Cappe .

Au sud , de cette intersection , la même ligne droite jusqu'à l'angle sud de ladite maison de la Cappe ; delà une autre ligne droite tirée au milieu du pont de Dureize , point de départ .

Les limites ci-dessus renferment une superficie de quatre-vingt-quatorze hectares .

18. ORDONNANCE du 17 novembre 1824.

ART. Ier. Il est fait aux sieurs de Curnieu , Robinot , Forest fils aîné , Delaage , l'Hôpital , Grangé et dame veuve Lemoré , sous le nom de concession de Villars , concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après , conformément au plan joint à la présente ordonnance :

Du point où l'axe de la route de Saint-Étienne à Saint-Rambert coupe une ligne droite tirée de l'angle ouest de la maison Grangette à Dourdelle , à l'angle ouest de la maison Lacroix à la Boutone , une ligne droite tirée à l'angle ouest de ladite maison Lacroix ; de ce dernier angle , une ligne droite tirée à la borne placée à la limite nord-est de la concession des mines de Roche et Firminy ; de cette borne , une ligne droite dirigée sur le confluent du Rioutort et du Furens .

Au nord-est , de ce confluent , le cours du Rioutort en remontant jusqu'à son intersection avec le chemin qui tend de Montmey au hameau du Bois-Mouzil .

Au sud , de cette intersection , une ligne droite tirée à la jonction des deux chemins qui tendent à Marendon , et de la Boutone au Martorey ; delà , le chemin de Martorey au Marendon , jusqu'à sa jonction avec celui qui vient du

hameau du quartier Gaillard également à Marendon ; enfin , de ce point de jonction , une ligne-droite tirée au point de départ ouest .

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de trois kilomètres carrés vingt-sept hectares .

19. ORDONNANCE du 17 novembre 1824.

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Bérardier , Micolon , Paillon , Victor Jovin , de Neubourg et Ravel-de-Montagny , sous le nom de concession de la Chana , concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Une ligne droite tirée de l'angle le plus à l'est des maisons de Bras-de-Fer à l'angle sud-est de la Chavornière .

A l'ouest , une ligne droite tirée de l'angle sud-est de la Chavornière au confluent du Rioutort et du Furens ; de ce confluent , le cours du Rioutort en remontant jusqu'à son intersection avec le chemin qui tend de Montmey au hameau de Bois-Mouzil ; de ce point d'intersection , une ligne droite tirée à la jonction des deux chemins qui tendent de Marendon et de la Boutone au Martorey ; delà , le chemin de Martorey au Marendon , jusqu'à la jonction avec celui qui vient du hameau du quartier Gaillard également à Marendon .

Au sud , de ce point de jonction , une ligne droite tirée à l'angle sud-ouest de l'usine des Mottetières , mais terminée à sa rencontre avec le cours du Furens .

A l'est , de ce point de rencontre , en descendant le cours du Furens jusqu'à l'embouchure du ruisseau d'Ozon ; de cette embouchure , une ligne droite tirée à l'angle le plus à l'est des maisons de Bras-de-Fer , point de départ .

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de sept kilomètres carrés quatre-vingt-dix-sept hectares .

20. ORDONNANCE du 17 novembre 1824.

ART. Ier. Il est fait aux sieurs Antoine et Pierre Palluat , Rolland (Palle) et Cunit , sous le nom de concession du quartier Gaillard , concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Au nord , du point de jonction des deux chemins qui

tendent du Martorey et du quartier Gaillard à Marendon, une ligne droite tirée à l'angle sud-est de l'usine des Mot-tetières, mais terminée à sa rencontre avec le cours du Furens.

A l'est, de ce point de rencontre, en remontant le cours du Furens jusqu'à son intersection avec une ligne droite tirée du centre de la place Rouannelle à l'obélisque de la place d'armes de Saint-Étienne.

Au sud, cette dernière ligne, et du centre de la place Rouannelle la rue des Capucins; puis la route de Saint-Étienne à Saint-Rambert, jusqu'à l'angle nord du clos du sieur Coron, chapelier (au Coin); de cet angle une ligne droite tirée à l'angle ouest de la maison Grangette à Bourdelle, mais terminée à son intersection avec les confins Est de la commune de Saint-Genest-l'Erpt.

A l'ouest, de ce point d'intersection, les confins Est de ladite commune jusqu'au point de départ, au nord.

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de trois kilomètres carrés soixante-douze hectares.

21. ORDONNANCE du 17 novembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait au sieur Besqueut Du Cluzel, sous le nom de concession Du Cluzel, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

A l'ouest, de l'angle ouest de la maison Grangette à Dourdelle, une ligne droite tirée à l'angle ouest de la maison Lacroix à la Boutoche, mais terminée à son intersection avec l'axe de la grande route de Saint-Étienne à Saint-Rambert.

Au nord, de cette intersection, une ligne droite tirée au point de jonction des deux chemins qui tendent de Martorey et du quartier Gaillard à Marendon.

A l'est, de ce point de jonction, vers le sud, les confins Est de la commune de Saint-Genest-l'Erpt jusqu'à la rencontre de la ligne droite tirée de l'angle ouest de la maison Grangette à Dourdelle, à l'angle nord du clos du sieur Coron, chapelier (au Coin).

Au sud, de ce point de rencontre, la ligne droite dirigée vers l'angle ouest de la maison Grangette à Dourdelle, point de départ.

Les limites ci-dessus renferment une superficie d'un kilomètre carré soixante-six hectares.

22. ORDONNANCE du 1^{er} décembre 1824.

ART. 1^{er}. Il est fait aux sieurs Fournas, Estienne et compagnie, sous le nom de concession de la Grand-Croix, concession des mines de houille comprises dans les limites ci-après :

Au sud, une ligne droite partant de l'angle sud de la Grange-Merlin, passant par l'angle sud de la maison située le plus au midi du village de Savoye et prolongée jusqu'à son intersection avec le cours du ruisseau de Dorlay.

A l'est, de ce point d'intersection le cours du ruisseau de Dorlay, en descendant jusqu'à son confluent dans la rivière du Gier.

Au nord, à partir de ce confluent, le cours du Gier, en remontant jusqu'au confluent du ruisseau de Richorier.

A l'ouest, à partir de ce dernier confluent, le cours du ruisseau de Richorier, en remontant, jusqu'à la rencontre du chemin vicinal le plus voisin de la Grange-Merlin; puis ce chemin jusqu'à l'angle sud de cette grange, point de départ.

Les limites ci-dessus, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, renferment une étendue superficielle de deux kilomètres carrés sept hectares.

ORDONNANCE du 24 novembre 1824, concernant une verrerie établie en la commune d'Aniches (Nord.)

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.;

ART. 1^{er}. Le sieur Chartier est autorisé à ajouter à la verrerie qu'il a établie à Aniches, département du Nord, deux nouveaux fours composés de huit creusets chacun, avec les fourneaux à recuire et carcaises qui en dépendent.

Verrerie
d'Aniches.

ART. II. Ces deux fours, ainsi que leurs fourneaux et carcaises, ne pourront consommer que de la houille.

ART. III. Il n'est rien changé aux autres dispositions de l'ordonnance royale de permission, du 20 février 1823.

Usine à fer
de Pontkal-
lec.

ORDONNANCE du 1^{er} décembre 1824, portant que le marquis de Malestroit de Bruc est autorisé à construire un haut-fourneau pour la fusion des minerais de fer, et un atelier pour la fonte moulée, au-dessous du déversoir de l'est de l'étang de Pontkallec, commune de Berné (Morbihan), conformément aux plans annexés à la présente ordonnance, et sous la condition que l'impétrant ne pourra s'approvisionner de minerais de fer que dans des exploitations légalement autorisées.

Usine à fer
de Mialet.

ORDONNANCE du 8 décembre 1824, concernant l'usine à fer de Mialet (Corrèze).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc. ;

ART. I^{er}. Le sieur Brocard est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer de Mialet, située sur la rivière de Loyre, commune d'Orgnac, département de la Corrèze.

Ladite usine est composée d'un feu d'affinerie et d'un marteau, conformément au plan annexé à la présente ordonnance.

ART. V. Il sera ménagé à l'extrémité sud de la digue deux vannes de décharge, tirant du fond en large, chacune d'un mètre. Lesdites vannes seront levées, soit à la réquisition locale, soit du propre mouvement du détenteur de l'usine, lorsque les eaux s'élèveront à trente centimètres au-dessus du déversoir; dans le cas de négligence ou de refus pour l'exécution de cette mesure, le propriétaire de l'usine, ou ses ayant droit, seront responsables des dégâts occasionnés par les inondations.

ART. VI. L'impétrant ou ses représentans seront tenus de souffrir le flottage à bûche perdue, passant dessus le déversoir, sans pouvoir réclamer d'indemnité que dans le cas où les dégradations qui proviendraient de cette servi-

tude seraient le résultat de l'imprévoyance ou de l'impéritie des conducteurs des flottages.

ART. VIII. L'usine pourra consommer du bois; elle sera maintenue en constante activité, et ne pourra chômer sans causes légitimes reconnues par l'administration.

ORDONNANCE du 8 décembre 1824, portant autorisation de construire un haut-fourneau en la commune de Vrignes-aux-Bois (Ardennes).

Haut-four-
neau de
Vrignes-aux-
Bois.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc. ;

ART. I^{er}. Le sieur Gendarme est autorisé à construire, conformément aux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordonnance, en remplacement de six feux d'affinerie dont il est en possession, un haut-fourneau dit de Saint-Basle, destiné à fondre le minerai de fer, et situé sur le ruisseau de la Claire, commune de Vrignes-aux-Bois, département des Ardennes.

ART. II. Il sera établi dans l'ancien lit de la Claire, à la naissance du canal de dérivation, un déversoir de dix mètres de longueur, dont la crête sera fixée à la cote deux mètres, du nivellement joint au plan dressé le 15 juin 1823, et approuvé par l'ingénieur en chef des ponts et chaussées.

ART. III. L'empellement placé à la tête du canal de dérivation aura quatre mètres de largeur et son seuil correspondra à la cote trois mètres, du nivellement déjà cité.

ART. IV. L'administration se réserve le droit d'ordonner des décharges de fond, si le besoin s'en fait sentir.

ART. V. L'impétrant se conformera exactement au plan dressé, le 15 juin 1823, pour le tracé des canaux d'aménage et de fuite.

ART. VIII. Si dans la suite le propriétaire fait dans le lit de la Claire des recreusemens qui compromettent la solidité du pont situé sur le chemin de Vrignes-aux-Bois à Brassevol, il sera tenu de le faire rétablir en parfait état, à ses frais.

ART. IX. Le haut-fourneau de Saint-Basle ne sera mis en activité qu'en vertu d'une autorisation du préfet, motivée sur des procès-verbaux de l'ingénieur des mines du

département, constatant la suppression de six feux d'affinerie au charbon de bois, dans les forges de Vrignes-aux-Bois, de Boutancourt et de la Commune, appartenant à l'impétrant, et le remplacement de ces feux d'affinerie par des fours à réverbère qui ne pourront être alimentés que par des combustibles minéraux.

ART. X. L'établissement sera mis en activité dans deux ans au plus tard après la date de la permission. Il ne devra jamais rester en chômage au-delà du temps nécessaire aux réparations, sans causes reconnues légitimes par l'administration.

Il ne pourra y être consommé que des minerais provenant d'exploitations légalement autorisées.

Usine de
St.-Martin-
des-Prés,
pour la fabri-
cation des
aiguilles.

ORDONNANCE du 15 décembre 1824, portant que les sieurs Rossignol frères sont autorisés à convertir le moulin à blé, dit la Foulerie, qu'ils possèdent dans la commune de Saint-Martin-des-Prés, sur la rivière d'Iton (Orne), en une usine propre à la fabrication d'aiguilles, et composée de tréfilerie, empointerie et polissoirs.

Fenderie
d'Écot.

ORDONNANCE du 22 décembre 1824, portant que les sieurs Michel frères sont autorisés, 1^o. à mettre en activité la fenderie d'Écot (Haute-Marne), laquelle demeurera composée, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, d'un fourneau à réverbère, d'une paire de cylindres, d'une paire de découpoirs avec deux roues hydrauliques; 2^o. à ajouter à cette usine un second four à réverbère et un martinet; 3^o. à y fabriquer de la tôle, au moyen de cylindres que l'on substituera à volonté à ceux de la fenderie.

ORDONNANCE du 22 décembre 1824, portant que la dame Marie-Françoise Goux, veuve du sieur de Buyer, est autorisée à établir sur la rivière de Semouse, dans l'emplacement du moulin de Daval, commune de Magnoncourt (Haute-Saône), deux laminoirs et deux fours à réverbère, pour la fabrication de la tôle, conformément au plan joint à la présente ordonnance, et sous la condition qu'elle ne pourra consommer dans son usine que des combustibles minéraux.

Usine à fer
de Magnon-
court.

ORDONNANCE du 29 décembre 1824, portant que les sieurs Louis-Élisabeth et Charles-Félix Balahu de Noiron sont autorisés à établir, sur le cours de la Tenise, commune de Noiron (Haute-Saône), un haut-fourneau, un patouillet et deux lavoirs à bras, conformément au plan joint à la présente ordonnance, et sous la condition qu'ils ne pourront employer dans les dites usines que des minerais, pour l'exploitation desquels il aura été satisfait aux dispositions prescrites par la loi du 21 avril 1810.

Usine à fer
de Noiron.

ORDONNANCE du 29 décembre 1824, portant concession d'une mine de plomb sulfuré située dans la commune de Guillaume-Peyrouse (Hautes-Alpes).

Mine de
plomb sulfu-
ré de Guil-
laume-Pey-
rouse.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1^{er}. Il est fait concession au sieur Rostaing de la mine de plomb sulfuré existante dans la commune de Guillaume-Peyrouse, au quartier de la Chauvetane, département des Hautes-Alpes.

ART. II. La concession est et demeure limitée ainsi qu'il suit :

Au midi, par la crête des rochers inaccessibles qui courent la cime de la montagne, entre les sources des deux ravins des Égassons.

A l'est, par l'un des ravins des Égassons, sur une longueur de deux cent quarante mètres, mesurée en ligne droite depuis la crête de la montagne.

A l'ouest, par l'autre ravin des Égassons, sur une longueur de cent quatre-vingt-dix mètres, mesurée également en ligne droite depuis la crête de la montagne.

Et au nord, par une ligne droite tirée de l'un à l'autre ravin, à partir des points qui terminent les deux longueurs indiquées ci-dessus, points auxquels il sera planté des bornes.

Les limites ci-dessus renferment une étendue superficielle de sept hectares deux ares.

Usine à fer
de Choiseau.

ORDONNANCE du 12 janvier 1825, portant que le sieur Philibert Vauvilliers est autorisé à reconstruire et remettre en activité la forge de Choiseau, commune de Marnagne (Côte-d'Or), et que cette usine est et demeure fixée à un feu d'affinerie, au charbon de bois, avec son marteau, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance.

Lavoir de la
Chapelle-
St.-Quillain.

ORDONNANCE du 12 janvier 1825, portant autorisation de construire un lavoir à bras, en la commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.;

ART. 1^{er}. Le sieur François-Xavier-Anatole Petit-Jean est autorisé à construire, conformément au plan joint à la présente ordonnance, un lavoir à bras pour le lavage du minerai de fer, sur le pré dépendant de son domaine de la

Tuilerie, commune de la Chapelle-Saint-Quillain, département de la Haute-Saône.

ART. II. L'impétrant sera tenu d'établir à la suite dudit lavoir deux récipients, ou bassins de dépôt, pour recevoir les boues provenant du lavage du minerai, chacun de trente mètres de longueur sur cinq mètres de largeur. Leur fond sera de niveau; savoir, celui du premier bassin, à un mètre trente-sept centimètres en contre-bas du dessous de la source supérieure, et le second à un mètre soixante-dix-sept centimètres en contre-bas de cette source.

ART. III. Il établira également un canal de décharge, depuis celui formant bief devant le lavoir jusqu'à l'origine de celui en aval, avec une pale en tête servant de déversoir, dont le dessus sera à vingt-sept centimètres en contre-bas du dessus de la source supérieure.

ART. IV. Ces bassins seront curés trois fois par an, avant que les dépôts de boues et de sable ne soient parvenus à la hauteur du fond de leurs embouchures, afin que l'eau qui en sortira soit toujours propre, et ne puisse jamais porter aucun préjudice aux abreuvoirs et lavoirs à linge situés à deux mille mètres environ au-dessous, ni former de limon ou vase dans le lit de la rivière de la Morte.

ART. V. Les matières qui proviendront de ces curages seront déposées sur les propriétés même de l'impétrant, aux points où elles ne pourront être atteintes par les eaux courantes.

ART. VI. La pale du lavoir sera fermée pendant le chômage du lavage du minerai, lequel lavage sera interdit depuis le 1^{er} juin jusqu'à la fin de la fauchaison de chaque année.

ART. VII. Le maire de la commune de la Chapelle-Saint-Quillain sera chargé de veiller à la police et à l'exécution des articles ci-dessus. Dans le cas de négligence de la part de l'impétrant ou de ses ayant cause, ce fonctionnaire fera procéder d'office auxdites opérations à leurs frais.

Aciérie de Longeau. *ORDONNANCE* du 26 janvier 1825, portant que le sieur Bradfer est autorisé à convertir en une aciérie le moulin de Quinquempoix, situé sur le terrain de Longeau (Meuse), et que cette usine sera composée d'un four à cémenter, d'un mètre soixante centimètres de hauteur, d'une petite forge, et d'un marteau du poids de soixante kilogrammes.

Usine à fer de Baigorry. *ORDONNANCE* du 24 février 1825, portant que le sieur Ricqbour est autorisé à établir, sur le lieu dit Fonderie de Baigorry (Basses-Pyrénées), une usine à fer, composée d'un haut-fourneau et de trois feux d'affinerie, conformément à sa demande en date du 17 novembre 1824.

Mines de fer de Glageon. *ORDONNANCE* du 24 février 1825, portant concession à la dame Amélie-Agnès Leroy, veuve du sieur Hufty, des mines de fer situées en la commune de Glageon (Nord), sur une étendue de deux cent soixante-quinze hectares, limitée suivant le plan joint à la présente ordonnance.

(La suite à la prochaine livraison.)

SUITE DE LA NOTICE

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

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

QUATRIÈME PARTIE.

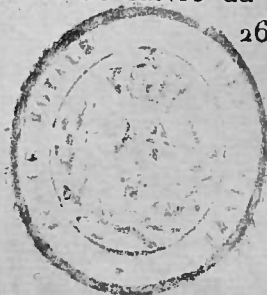
I. *Lieux où l'on exploite le minerai de cuivre dans les Iles Britanniques.*

§ 72. — Dans la première partie de cette notice nous avons fait connaître le gisement du cuivre en Cornouailles et en Devonshire. Pour compléter notre travail, nous allons indiquer succinctement les différentes localités où l'on exploite ce métal dans les Iles Britanniques. Ce complément nous paraît d'autant plus indispensable que le Cornouailles ne présente qu'un des modes de gisement du cuivre, celui en filons dans les terrains anciens; tandis que ce métal se trouve, dans les Iles Britanniques, dans plusieurs espèces de gîtes, et même dans deux terrains distincts :

Savoir, 1^o. Dans des terrains de transition très-anciens ou primitifs, présentant des granites, des schistes argileux verdâtres, analogues aux stéaschistes de Cherbourg, et souvent des roches talqueuses et serpentineuses. C'est dans ce terrain que se trouvent les mines de cuivre du Cor-

Tome X, 3^e. livr.

26



nouailles et du Devonshire ; c'est également dans ce terrain que sont en outre exploitées les mines de l'île d'Anglesey, du nord du pays de Galles, du Westmoreland, et des parties adjacentes du Lancashire et du Cumberland, du Sud-ouest de l'Écosse, de l'île de Man et du Sud-est de l'Irlande. Ce gisement produit la plus grande partie du cuivre que fournissent annuellement les Îles Britanniques. Les minerais de ce métal s'y trouvent quelquefois en amas et plus souvent encore en filons.

2°. Dans le calcaire appelé par les géologues anglais *calcaire métallifère*, calcaire qui se trouve compris parmi ceux que les géologues du Continent nomment *calcaire de transition*, et qui paraît correspondre en particulier au calcaire bleu de la Belgique et au calcaire de Pierreville dans le département de la Manche. La mine d'*Ecton* dans le Staffordshire, et celle de *Cross-gill-burn* près d'*Alston-moor*, dans le Cumberland, appartiennent à ce terrain.

Les minerais retirés de ces deux sortes de gisemens sont toujours des pyrites de cuivre plus ou moins mélangées de pyrites de fer; elles sont accompagnées assez habituellement de cuivre sulfuré, et quelquefois, mais très-rarement, de cuivre oxidulé, carbonaté, arséniaté, phosphaté et muriaté. Ces dernières espèces minérales sont très-rares dans ces contrées, et ne peuvent nullement y être mises au nombre des minerais de cuivre.

La presque totalité des minerais de cuivre exploités dans les lieux que nous venons d'énumérer, et dont nous allons donner une descrip-

tion succincte en suivant un ordre géographique, sont transportés à Neath et à Swansea, sur la côte méridionale du pays de Galles, pour y être fondus.

§ 73. — *Cornouailles et Devonshire* : nous nous bornerons à rappeler ici que les minerais de cuivre se rencontrent, dans ces contrées, en filons presque toujours dans le schiste argileux, talqueux ou amphibolique, le plus souvent verdâtre, nommé *killas* dans le pays (voir § 22).

§ 74. — L'exploitation du cuivre dans l'île d'*Anglesey* remonte à une époque très-reculée. Il paraît que les Romains connaissaient la mine de *Hamlet* près de *Holy-head* ; mais son exploitation, suspendue pendant très-long-temps, ou poussée avec peu de vigueur, n'a été reprise avec activité que depuis environ cinquante ans. Cette mine fournit annuellement plus de 80,000 quintaux métriques de cuivre métallique. Sa position sur le bord de la mer rend l'exploration de ses produits ainsi que son approvisionnement très-faciles. Elle tire le charbon de terre du bassin houiller du *Flintshire*, qui n'en est distant que de quelques milles.

Le terrain dans lequel existe le gîte métallifère est un schiste argileux verdâtre, passant au schiste talqueux. Cette roche est associée avec de la serpentine et de l'euphotide. Le minerai de cuivre (1) y forme plusieurs veinules ou filons,

(1) M. Victor Frère-Jean, qui a visité l'île d'Anglesey en 1824, a eu la complaisance de nous communiquer ces renseignemens.

Mines de cuivre du Cornouailles et du Devonshire.

Mine de cuivre de l'île d'Anglesey.

Gisement,

qui courent dans toutes les directions; il est souvent accompagné de quartz, mais le plus souvent il est mélangé avec le schiste argileux, qui constitue le terrain. Cette circonstance tend à nous faire croire que ce gisement du cuivre est analogue à celui d'Irlande, c'est-à-dire qu'il est contemporain au terrain. Ces veinules ont d'un à deux mètres de puissance; elles convergent vers un point, où leur réunion a donné une masse considérable de minéral. C'est sur cet amas qu'on a d'abord ouvert la mine par une excavation à ciel ouvert, qui a maintenant plus de 70 mètres de profondeur, et présente l'aspect d'un vaste entonnoir. Le mode d'exploitation consiste à suivre, au moyen de galeries ouvertes à différens niveaux sur le flanc de l'excavation, les différentes veinules, qui courent dans toutes les directions et divergent d'un centre comme autant de rayons. Le minéral, ayant subi dans ces galeries un premier triage à la main et au marteau, est élevé, au moyen d'un treuil à bras, sur le sommet de la colline, où on achève de le nettoyer au moyen du cassage et du criblage.

Les eaux sont peu abondantes dans cette mine; elles sont élevées au moyen d'une machine à vapeur de la force de six chevaux. Une grande partie de ces eaux sont chargées de sulfate de cuivre; elles sont alors envoyées dans des bassins où l'on a placé de la ferraille; le sulfate de cuivre se décompose et donne du cuivre par cémentation.

Le minéral de cuivre d'Anglesey est un mélange de pyrite de fer et de pyrite de cuivre analogue au minéral de Saint-Bel près Lyon. Il est très-pauvre, ne contient que 2 ou 3 pour 100 de

cuivre, et comme la quantité de soufre qu'il renferme est considérable, on en recueille une certaine portion en grillant le minéral.

Le grillage se fait en plein air sur une aire que l'on a dressée d'avance; on dispose sur cette surface des briques de manière à faire plusieurs canaux horizontaux et deux ou trois cheminées dans la longueur du tas de grillage, qui a ordinairement de 7 à 8 mètres de long sur 4 à 5 de large et 2 de hauteur. On donne au tas la forme d'une pyramide tronquée, et on pratique sur sa crête un canal qui s'étend dans toute sa longueur, et qui communique à des canaux inclinés, qui sillonnent les longs côtés du tas. Ces différens conduits, construits en briques, se rendent dans une voûte, dont les dimensions sont à-peu-près d'un mètre de large sur deux de haut. On recouvre avec de la terre toute la surface du tas de grillage, à l'exception des parties réservées pour les canaux; on introduit dans la partie inférieure de la tourbe pour mettre le feu au tas. Au bout d'un certain temps, lorsque le feu s'est communiqué dans toutes les parties du tas, il n'est plus nécessaire de mettre de tourbe; le soufre qui brûle suffit seul pour alimenter la combustion. Le soufre, qui se volatilise, ne pouvant traverser la couche de terre qui recouvre le tas, est obligé de s'échapper par les canaux, d'où il se rend dans la voûte que nous avons indiquée, et s'y condense sous la forme de fleurs.

Ce grillage dure 9 mois; il donne une quantité de soufre assez considérable, je crois 10 pour 100 de celle que contient le mélange des pyri-

tes. Il y a aussi une assez grande quantité de cuivre réduit.

Le minerai provenant de ce grillage est fondu dans des fourneaux à réverbère : cette opération correspond exactement à la fonte du minerai grillé, ainsi que nous la décrivons dans le traitement du cuivre (§ 103). La seule différence est dans la dimension des fourneaux, qui est beaucoup moindre ici que dans le pays de Galles; on ne peut y charger que 1000 kilog. au plus, tandis que dans les autres la charge est de 1500 kil. Cette différence dans les dimensions provient sans doute de la différence dans la fusibilité du minerai : on n'ajoute pas de fondans, attendu qu'il y a une quantité assez considérable de quartz, qui forme avec l'oxide de fer un silicate, et ne dissout pas du tout d'oxide de cuivre. De cette opération, on obtient une matte qu'on grenaille et que l'on grille ensuite; elle subit alors une suite de grillages, de fontes et de rôtiage analogue à ce que nous indiquerons, en décrivant le traitement métallurgique du cuivre.

Le cuivre de cémentation est ajouté à la 2^e fonte; on ne le fond pas avec le cuivre prêt à être raffiné, parce qu'il est mélangé d'une très-grande quantité d'oxide de fer, et qu'il est nécessaire, pour le débarrasser de ce métal, de le combiner avec du soufre.

Outre le minerai provenant de l'île même, on fond dans cette usine du minerai de l'Irlande, qui est entièrement analogue à celui-ci.

§ 75. — Le *Westmoreland* et les parties adjacentes du *Lancashire* et du *Cumberland* renferment plusieurs mines de cuivre. La plupart sont

Mines de cuivre du *Westmoreland* et des

analogues à celles de l'Irlande et d'Anglesey, c'est-à-dire qu'elles sont ouvertes sur des veinules qui courent dans tous les sens dans le schiste, et sont contemporaines au terrain; mais il en existe d'autres en filons. De ce nombre est celle exploitée aux environs de Keswick : ce filon coupe les feuillettes d'un schiste argileux gris verdâtre, analogue au killas du Cornouailles; sa gangue est quarzeuse. Le minerai de cuivre est principalement pyriteux; cependant elle fournit une quantité de cuivre carbonaté vert assez grande pour qu'on le recueille à part. Nous en avons vu des tas destinés à la fonte.

On retire annuellement de cette mine une quantité de minerai correspondante à 15 ou 16 tonnes de cuivre métallique (de 15,000 à 16,000 kilogr.). Ce minerai est transporté à Swansea.

§ 76. — *Environs d'Alston-moor en Cumberland.* Ce canton, si connu par la richesse des mines de plomb qu'il renferme, offre aussi une mine de cuivre à *Cross-gill-burn*, distant de quelques milles Sud-est d'Alston-moor. Les pyrites cuivreuses qui font l'objet de l'exploitation se trouvent dans un filon qui traverse le calcaire métallifère et les grès et argiles schisteuses qui lui sont subordonnés. Ce filon renferme aussi du plomb sulfuré; mais il n'appartient pas au système de filons plombifères, sur lequel la plupart des exploitations sont ouvertes. La gangue est de quartz, ce qui fait que la masse du filon, plus résistante que le calcaire et le grès, dans lesquels elle est encaissée, reste en saillie sur la surface de la bruyère, et forme, sur le massif de montagnes arrondies qui se trouvent au Nord-est de

parties adjacentes du *Lancashire* et du *Cumberland*.

Mine de cuivre de *Cross-gill-burn* près d'Alston-moor en *Cumberland*.

En filons dans le calcaire métallifère.

celle de Crossfell, une arête qu'on peut suivre en ligne droite sur une grande longueur, dans la direction du Nord-ouest au Sud-est. La forme de cette masse de filon, jointe à sa grande étendue, l'a fait nommer par les mineurs *l'épine du dos de la terre* (*the back bone of the earth*).

Ce filon occasionne un grand dérangement dans les couches qu'il traverse; au Nord-est, elles sont à un niveau beaucoup plus bas qu'au Sud-ouest. Parmi celles qui se trouvent au Sud-ouest, on remarque une couche de trapp, appelé dans le pays *whin-stone*, qu'on n'aperçoit pas au Nord-est, soit qu'elle s'y trouve à un niveau trop bas pour être atteinte par les torrens, soit qu'elle n'y existe pas. La principale exploitation ouverte sur ce filon est à *Cross-gill-burn*, entre *Alston-moor* et *Tyne-head*, sur la Tyne. On exploite, au moyen d'une galerie d'allongement, par laquelle des chevaux traînent le minerai jusqu'au jour dans de grands chariots ou chiens roulant sur un chemin de bois. La préparation mécanique se fait à-peu-près de la même manière qu'en Cornouailles. Le minerai est transporté delà à *Newcastle*, où on l'embarque pour *Swansea*.

Mine de cuivre d'Ecton en Staffordshire.

§ 77. — *Confins du Staffordshire et du Derbyshire*. On exploite une mine de cuivre à *Ecton* en Staffordshire, sur les limites du Derbyshire. Le filon, qui paraît avoir beaucoup d'analogie avec celui qu'on exploite à *Cross-gill-burn*, près d'*Alston-moor*, traverse le calcaire métallifère: on en a retiré autrefois des quantités considérables de minerai de cuivre. Avant 1770, ce minerai était fondu à *Denby* en Derbyshire, parce qu'on croyait que la houille de cet endroit était

plus particulièrement propre à cette opération. A cette époque, on établit une usine à *Whiston* en Staffordshire, pour fondre et raffiner le minerai d'Ecton; cette usine fut considérablement augmentée en 1780, et l'année suivante elle produisait 12 tonnes (environ 12,000 kilogr.) de cuivre raffiné par semaine.

Le dépôt principal de minerai de cuivre de la mine d'Ecton paraît être maintenant à-peu-près épuisé; mais les épaisses parois du filon et les veinules et petits filons ou filets qui s'y ramifiaient en grand nombre, et que les mineurs ont négligés, pendant que le dépôt principal leur offrait une moisson beaucoup plus abondante, donnent encore une quantité considérable de minerai de plomb et assez de minerai de cuivre pour produire environ une tonne (environ 1000 kilogr.) de ce métal par semaine à l'usine de *Wishton*.

Le mélange de minerai et de matières pierreuses, apporté hors de la mine dans des chariots (*tram-waggon*), reçoit des mineurs le nom de *browse*. On le divise, sur la halde même, en se servant d'un gros crible, en morceaux pierreux, qu'on rejette, morceaux mélangés de roche et de substances pierreuses cristallisées, contenant des grains et des filets de minerai qu'on appelle *hannaway*, morceaux de minerai massifs appelés *goods*, et menues parties qui passent à travers le crible, et qu'on appelle *fell*. Ces trois dernières qualités sont cassées au marteau et brisées à la batte (*bucker*) par des femmes et des enfans, puis lavées et criblées au moyen de cribles ordinaires. Les matières très-ténues sont lavées sur

des cribles à mailles très-fines (*lue*), par-dessus les bords desquels on laisse couler l'eau, qui emporte les petites particules terreuses dans une fosse dite *buddle hole*.

Il faut beaucoup de dextérité, et des caisses construites avec beaucoup de soin, pour séparer, par l'opération dite *buddling*, les minerais de cuivre et de plomb mêlés ensemble en particules très-fines.

Les minerais de cuivre portés à l'usine de Wishton y sont traités au fourneau à manche, suivant une méthode peu différente de celle qui sera décrite plus loin.

Quelques mines de plomb du Derbyshire produisent de très-petites quantités de minerai de cuivre.

Mines de
cuivre de
l'Écosse.

§ 78. — *Écosse* (1). L'Écosse proprement dite n'avait jamais produit une quantité de minerai de cuivre digne de fixer l'attention du mineur. En 1819, on a découvert une mine de ce métal à *Cally* près de *Gate-house-in-fleet*, petite ville du *Kircudbrightshire*, située sur la route de *Dumfries* à *Port-Patrick*.

Dans tous les environs, le terrain est formé d'un *killas* (roche schisteuse), qui, sous tous les rapports, ressemble à celui du Cornouailles. On connaissait déjà quelques filons métallifères dans cette contrée, mais ils ne contenaient pas de cuivre. Un ouvrier, en travaillant à la terre à

(1) Extrait d'une notice lue, le 15 décembre 1820, par M. John Taylor, à la Société géologique de Londres, et imprimée dans le premier volume de la nouvelle série de ses *Transactions*.

Cally, découvrit des pyrites cuivreuses, qui éveillèrent l'attention. Dans l'endroit même où elles avaient été trouvées, on creusa un puits, qu'on approfondit jusqu'à 15 à 16 mètres de profondeur, en poussant en même temps des galeries de part et d'autre dans une direction Est et Ouest. Ces divers travaux donnèrent une certaine quantité de minerai; le filon ne se montra pas très-régulier dans ces premières recherches; il n'était pas réglé, et se divisait en branches qui présentaient quelquefois 6 ou 8 pouces de minerai solide; mais elles ne se soutenaient pas. On les avait suivies de l'Est à l'Ouest, sur une longueur d'environ 100 fathoms, et leurs branches paraissaient converger l'une vers l'autre en descendant, de manière à rendre probable leur réunion dans la profondeur.

En août 1820, l'eau était si abondante dans le filon, qu'on jugea nécessaire de commencer une galerie d'écoulement. A cette époque, on avait embarqué pour *Swanséa* environ 40 tonnes (40 mille kilogr. environ) de minerai de cuivre, qu'on estimait valoir près de 15 livres sterlings (375 francs) la tonne, et il y en avait 20 ou 30 (20,000 à 30,000 kilog.) prêts à recevoir la même destination. Ce produit est assez considérable, vu le peu d'étendue des travaux et le peu de dépense qu'on y a fait.

Le minerai est riche, c'est un mélange de pyrites jaunes panachées et de malachite.

Dans une des îles *Shetland*, les plus reculées de cet archipel qui environne l'Écosse, on avait découvert un filon de cuivre dans une roche calcaire. On avait ouvert des travaux et établi une

machine à vapeur : on a assuré que les produits avaient été pendant quelque temps assez considérables ; mais cette exploitation est abandonnée en ce moment.

Mines de
cuivre de
l'Irlande.

§ 79. — Les principales mines de cuivre de l'Irlande (1) sont celles de *Cronebane* et *Tigrony*, et de *Ballymurtagh*, ouvertes sur les bords de la rivière *Ovaca*, à 10 milles Sud-ouest de Wicklow, dans le comté du même nom. Elles sont connues depuis long-tems, mais leur exploitation ne date que de 1757.

Elles sont exploitées dans un terrain de schiste argileux et de schiste argilo-quarzeux. Ces roches présentent, dans tous les environs, des substances métalliques en particules disséminées, en veines, en filons et filets (*strings*) contemporains et en bancs épais. Ces derniers sont principalement composés de pyrites de cuivre et de fer.

Les couches de ces schistes argileux du comté de Wicklow se dirigent du Nord-est au Sud-ouest, et plongent du côté du Sud sous un angle d'environ 50°.

Elles reposent sur du micaschiste, lequel recouvre des granites, qui se montrent sur une étendue considérable, depuis les environs de Dublin jusque sur la côte méridionale à l'Ouest de Waterford.

Au contact du granite et du micaschiste, ces deux roches sont traversées par des filons contenant de la galène et quelquefois des pyrites cuivreuses, mais qui n'ont donné naissance à au-

(1) Extrait d'un mémoire de M. Veaver, vol. IV des *Transactions de la Société géologique de Londres*.

cune exploitation importante de l'un ni de l'autre métal.

Ces terrains schisteux de Wicklow renferment des couches subordonnées de schiste argileux, tendre en décomposition, dont la couleur varie du gris ou du jaune clair à un noir foncé. Les mineurs donnent à cette roche le nom de *soft ground* (roche molle).

Elles contiennent un grand nombre de particules de pyrites, le plus souvent ferrugineuses, quelquefois cuivreuses, ou, plus rarement, arsenicales, et elles sont généralement mélangées d'une quantité considérable d'argile d'un blanc jaunâtre.

Autant qu'on a pu en juger par les travaux d'exploitation, la puissance de ces couches varie de 6 à 28 mètres, et elles s'étendent, suivant leur direction, à une distance indéterminée ; quelques-unes ont été suivies sur une longueur de plus de 200 mètres ; dans la profondeur, elles deviennent ordinairement plus compactes et moins altérées. Dans chacune de ces couches, on trouve un ou plusieurs amas parallèles l'un à l'autre de pyrites de cuivre ou de simples pyrites de fer, qui varient en épaisseur, et acquièrent quelquefois une puissance de plusieurs mètres.

Ce sont des couches de ce genre qui forment le principal objet d'exploitation des mines de *Cronebane* et *Tigrony*, où on en a rencontré cinq. L'une d'elles n'a présenté que des pyrites de fer ; deux autres contiennent, chacune, un banc de minerai de plusieurs pieds d'épaisseur, consistant en un mélange à grains fins de galène, d'antimoine sulfuré et de blende, avec des pyrites de cuivre, de fer et arsenicales. Ces substances

Mines de
Cronebane
et Tigrony.

forment ensemble des masses très-dures et très-solides ; mais comme aucun métal n'y domine, on n'a pu les exploiter avec avantage. Dans les deux dernières couches, on a trouvé beaucoup de minerai de cuivre ; ce minerai était du cuivre noir (*black copper ore*) (1), qui, dans les parties plus profondes, passait à la pyrite cuivreuse : il était accompagné de pyrites de fer près de l'affleurement ; et quelquefois jusqu'à 80 mètres de profondeur, on ne trouvait que de l'oxide de fer brun.

L'une de ces deux couches contenait de l'argent aurifère ; dans l'autre masse, qui était la plus productive, l'épaisseur du minerai massif a varié de 2 à 6 mètres ; il existait en outre des veines minces parallèles de minerai, alternant avec le schiste argileux adjacent à une certaine distance ; ces veines n'étaient accompagnées ni de quartz, ni de substances pierreuses cristallisées d'aucune espèce.

Les parties les plus productives de la couche ont donné, dans certains cas, par chaque fathom cubique (8 mètres cubes) exploité, de 10 à 15 tonnes de minerai vendable, dont la teneur variait de 5 à 7 pour 100 de cuivre.

On a aussi trouvé des couches de pyrites de fer dans le schiste argileux non altéré et dans le schiste argilo-quarzeux. Leur épaisseur variait de quelques pieds à quelques fathoms ; des lits minces et des filets déliés de pyrites de cuivre

(1) Nous pensons que par *black copper ore* on veut dire du cuivre oxidé résultant de la décomposition des pyrites. On connaît un minerai semblable à Saint-Bel près Lyon.

et de pyrites de fer y sont également très-fréquentes. De la galène et de la blende ont été rencontrées quelquefois dans des circonstances analogues, et aussi disséminées en petites portions dans les couches de pyrites cuivreuses et de pyrites de fer.

Le schiste argilo-quarzeux est en outre traversé par des filons contemporains de quartz, renfermant des minerais de cuivre donnant de 10 à 12 pour 100 de ce métal ; ils sont accompagnés quelquefois de cuivre azuré terreux et assez souvent de chlorite. Ils se ramifient à leurs extrémités dans la roche, ou quelquefois se réunissent entre eux ; ils forment alors des masses qui ont jusqu'à 4 mètres de puissance, et présentent une épaisseur de minerai d'un mètre à deux mètres ; mais ils sont rarement productifs sur une longueur de plus de 60 mètres.

Les minerais de cuivre que fournissent ces mines sont du cuivre pyriteux, des pyrites de fer un peu cuivreuses, et rarement du cuivre sulfuré. Quelques-uns de ces gîtes présentent du cuivre natif dans une gangue quarzeuse.

Il paraît que le cuivre pyriteux et le fer sulfuré cuprifère sont également abondants. Le premier de ces minerais, quand il a été préparé, contient de 8 à 9 pour 100 de cuivre : le second est fort pauvre ; souvent il ne donne pas plus d'un pour 100 de cuivre, et jamais plus de 5. Nous n'avons vu que cette dernière variété de minerai d'Irlande dans les usines de Swansea.

Les mines de Cronebane ont donné :

De 1787 à 1799, 7,533 tonnes de minerai, (environ 7,645,995 kilog.), contenant, moyennement, 8 $\frac{2}{3}$ pour 100 ; ce qui fait environ 670 ton-

Produit des mines de cuivre de Cronebane.

nes de cuivre métallique, ou 680,050 kilog. pendant ces douze années. Il existait un droit de 16 shellings et 6 pences (20 fr. 60 c.) sur chaque tonne des minerais d'Irlande à son importation en Angleterre.

De 1799 à 1811, le produit a été de 19,342 tonnes $\frac{1}{2}$ (19,532,737 kilog.) de minerai, rendant $5\frac{5}{12}$ pour 100; ce qui fait 1,046 tonnes $\frac{1}{2}$ de cuivre métallique, ou 1,062,197 kilog. de cuivre métallique.

En 1808, on a extrait 2,576 tonnes $\frac{1}{2}$ de minerai (2,615,147 kilog.). A cette époque, le prix du minerai de cuivre d'Irlande baissa beaucoup; ce qui a fait aussi beaucoup diminuer l'activité des exploitations: aussi, dans les années suivantes, le minerai extrait à Cronebane n'a pas excédé quelques centaines de tonnes.

Cuivre de
cémenta-
tion.

Les eaux qui coulent des mines sont chargées de sulfate de cuivre. On les recueille, et on en précipite le cuivre par le fer: on obtient par ce procédé, annuellement, de 180 à 210 (environ 180,000 à 210,000 kilog.) tonnes de cuivre cémenté, contenant 33 pour 100 de cuivre métallique; ce qui fait un produit de 60 à 70 tonnes (environ 60,000 à 70,000 kilogr.).

On a extrait du soufre, sur les lieux, des pyrites de cuivre, en les grillant dans des fourneaux.

Mine de Bal-
lymurtagh.

A Ballymurtagh, sur la rive droite de l'Ovaca, il a existé une exploitation considérable de cuivre durant une partie du dernier siècle. Le propriétaire, M. Phalley, y a acquis une grande fortune; mais les dernières spéculations ont été sans succès, quoique les anciennes excavations, qui sont à environ 60 mètres au-dessous du ni-

veau de la rivière d'Ovaca, soient exemptes d'eau.

Il existe encore en Irlande quelques autres mines de cuivre, mais elles sont de très-peu d'importance.

On cite une ancienne mine de cuivre à *Loughshinny*, sur le rivage de la mer. Elle était exploitée dans des roches de transition, telles que grauwacke, schiste argileux, grunstein, etc. Le minerai était une pyrite cuivreuse, riche, et se trouvait, à ce qu'il paraît, dans de petits filons contemporains de quartz.

Mine de
Loughshin-
ny dans le
terrain de
transition.

On a aussi exploité un filon de minerai de cuivre qui traversait le calcaire métallifère, près de *Beaupark*, à peu de distance de la *Boyne*, dans la partie septentrionale du comté de *Meath*.

Filons de
cuivre dans
le calcaire
métallifère.

§ 80. — Pour donner une idée de la richesse relative des différentes contrées qui contiennent des mines de cuivre, nous plaçons à la suite de cette notice un tableau indiquant la quantité de cuivre métallique produite dans la Grande-Bretagne pendant cinq années, depuis 1818.

TABLEAU indiquant la quantité de cuivre métallique produite en Angleterre, en Écosse et en Irlande, depuis 1818 jusqu'en 1822.

	1818.		1819.		1820.		1821.		1822.	
	Tonnes. (1)	Kilog.	Tonnes.	Kilog.	Tonnes.	Kilog.	Tonnes.	Kilog.	Tonnes.	Kilog.
Cornouailles.	6,714	6,814,710	7,214	7,322,210	7,564	7,474,460	8,163	8,285,445	9,331	9,470,965
Devonshire.	438	444,570	435	439,495	417	423,255	483	490,245	537	545,055
Staffordshire (Ecton)	200	203,000	180	182,700	236	239,540	110	111,650	38	38,570
Anglesey.	633	642,495	564	572,460	561	569,415	604	613,060	738	749,070
Autr. parties du pays de Galles.	90	91,350	60	60,900	40	40,600	39	39,585	55	55,825
Somersetshire.	"	"	"	"	3	3,045	28	28,420	"	"
Cumberland et Westmoreland.	"	"	"	"	20	20,300	18	18,270	21	21,315
Irlande.	120	121,800	116	117,740	174	176,610	257	260,855	738	749,070
Ecosse.	"	"	"	"	5	5,075	12	12,180	11	11,165
	8,195	8,317,925	8,567	8,695,505	8,820	8,952,300	9,714	9,859,710	11,469	11,641,035

(1) La tonne pèse 1,015 kilog.

Il résulte de ce tableau que le Cornouailles fournit, à lui seul, plus de quatre fois autant de cuivre que tout le reste des Îles Britanniques, et que le Cornouailles, le Devonshire et le Somersetshire réunis, produisent plus des sept huitièmes de la totalité.

§ 81. — Pour mettre le lecteur à portée de se former une idée du développement que l'exploitation du cuivre a pris dans les Îles Britanniques depuis un demi-siècle, nous plaçons ici un tableau des produits des mines de cuivre du Cornouailles depuis l'année 1771 jusqu'à 1822 inclusivement. Ce tableau indique les quantités de cuivre métallique et de minerai tant en tonnes qu'en kilogrammes, et les valeurs du cuivre en livres sterling et en francs, afin de pouvoir se prêter à tous les genres de comparaisons.

Quantité de cuivre produite dans la Grande-Bretagne, depuis 1771 jusqu'à 1822.

	MINÉRAI.		CUIVRE MÉTALLIQUE.		Livres sterlings.	Francs.
	Tonnes.	Kilogrammes.	Tonnes.	Kilogrammes		
De 1771 à 1781.....	28,185	28,627,775	3,380	3,430,700	174,281	4,357,025
1781 à 1791.....	32,854	33,346,810	4,123	4,184,845	200,530	5,013,250
1791 à 1801.....	48,034	48,754,510	4,083	4,144,245	403,398	10,084,950
1801 à 1811.....	67,533	68,545,995	6,060	6,150,900	606,373	15,159,325
1811 à 1816.....	78,237	79,410,555	7,181	7,288,715	74,126	1,853,150
1816.....	83,058	84,303,870	7,045	7,150,675	541,737	15,543,425
1817.....	75,816	76,953,240	6,608	6,707,120	422,426	10,560,650
1818.....	80,525	81,732,875	6,714	6,814,710	587,977	14,699,425
1819.....	92,234	93,617,510	7,214	7,322,210	728,032	18,200,800
1820.....	92,672	94,062,080	7,364	7,474,460	620,347	15,508,675
1821.....	98,803	100,285,045	8,163	8,285,445	628,832	15,720,800
1822.....	106,723	108,323,845	9,331	9,470,965	676,285	16,997,125

II. Préparation mécanique des minerais de cuivre en Cornouailles et en Devonshire.

§ 82. — Sur les exploitations du Cornouailles et du Devonshire, le minerai subit d'abord, soit dans la mine même, soit au jour, un premier triage à la main, qui a pour but de séparer tous les morceaux dont la grosseur est plus que double de celle de deux noix. Triage de grosseur.

§ 83. — Parmi les gros morceaux ainsi choisis, on casse au marteau les plus gros pour les mener au volume des plus petits. Triage de richesse des gros morceaux.

Ils subissent alors un second triage à la main, dans lequel on classe les fragmens en quatre lots, suivant leur plus ou moins grande richesse; savoir :

A (1). Fragmens de *minerai massif*; ils sont cassés à la batte, pour être réduits en morceaux plus faciles à fondre.

B. Fragmens de *minerai riche*, c'est-à-dire peu mélangé de matières étrangères; ils sont cassés à la batte, puis criblés.

C. Fragmens de *minerai pauvre*; on les bocardé pour en retirer les parties métalliques par le lavage.

D. Parties uniquement pierreuses; elles sont rejetées.

§ 84. Le minerai massif A est brisé à coups de batte, de manière à ce qu'il n'y reste pas de fragmens plus gros qu'une grosse noisette; une grosseur plus considérable serait peu convenable au traitement métallurgique auquel le minerai

Cassage du minerai massif A.

(1) Nous avons désigné par des lettres les différens lots de minerai, pour pouvoir les rappeler brièvement dans la description des autres opérations qu'ils subissent.

doit être soumis. La batte dont on se sert dans cette opération consiste en une plaque de fer d'environ 0^m,15 de côté et 0^m,03 d'épaisseur, adaptée à un manche de bois. On place le minerai à briser sur une plaque de fonte carrée, d'environ 0^m,40 de côté sur 0^m,04 d'épaisseur. Ces plaques de fonte sont placées sur le bord d'un massif d'environ un mètre de haut, construit partie en pierres sèches et partie en terre. La surface supérieure de ce massif est un peu inclinée de l'arrière à l'avant. Le travail est exécuté par des femmes, qui sont armées, chacune, d'une batte : le minerai est placé devant elles, en arrière des plaques de fonte ; elles le font arriver sur ces plaques, l'y brisent, et le font tomber à leurs pieds quand il est suffisamment concassé. Le minerai massif ainsi brisé ne subit aucune autre préparation avant d'être vendu aux usines.

Cassage du
minerai ri-
che B.

§ 85. — Le minerai riche B, qui est mélangé d'une proportion notable de matières pierreuses, est cassé à la batte de même que le minerai massif, afin qu'on puisse séparer par le criblage et le lavage les parties riches de celles qui doivent être rejetées.

Criblage du
minerai
menu.

§ 86. — Le menu minerai provenant du premier triage à la main, indiqué ci-dessus § 82, est criblé sur un gros crible en fils de fer simplement entrelacés, formant des mailles rectangulaires ; dont la surface est environ la sixième partie d'un pouce carré. Un homme agite ce crible chargé de minerai dans une petite fosse que traverse un courant d'eau. Par cette opération, le minerai se divise en trois portions ; savoir :

1^o. Les fragmens E, plus petits qu'une grosse noisette, qui passent à travers le crible ; mais

qui, étant trop lourds pour être entraînés par l'eau, restent dans la fosse. Ces fragmens sont criblés de nouveau, en même temps que le minerai riche B après qu'il a été cassé.

2^o. Les parties les plus fines F, que l'eau entraîne, et qu'elle dépose ensuite dans les bassins qu'elle est forcée de traverser en s'écoulant.

3^o. Les fragmens de la grosseur d'une noisette à celle de deux noix, qui restent sur le crible. Ces derniers sont posés sur une table, et le cribleur, aidé de deux femmes, les soumet à un triage à la main, analogue à celui qui a été indiqué ci-dessus (§ 84), pour les morceaux plus gros. Ceux qui nous occupent sont de même séparés en quatre lots ; savoir :

Le minerai massif A et le minerai riche B, qui sont envoyés à l'atelier de cassage à la batte ; le minerai pauvre C, qu'on envoie au bocard, et enfin les fragmens purement pierreux D, qui sont rejetés.

§ 87. — Le minerai E (§ 86), qui s'est déposé dans la fosse sous le gros crible, est soumis à un second criblage.

Second cri-
blage des
minerais ri-
ches E et B.

On crible de même les minerais B (§ 84 et 85) après qu'ils ont subi l'opération du cassage à la batte.

Les cribles qu'on emploie à cette nouvelle opération sont plus fins que ceux dont nous avons parlé ci-dessus ; ils présentent vingt à trente ouvertures par pouce carré. Après avoir chargé un de ces cribles, un ouvrier l'agite convenablement dans une cuve pleine d'eau, en le tenant par deux poignées que présentent ses bords. Les parties les plus fines E du minerai tombent dans la cuve, et ce qui reste sur le crible se

trouve partagé, par suite du mouvement auquel on l'a soumis, en trois parties; savoir,

La partie supérieure D, très-pauvre, qui est rejetée.

La partie moyenne (B, C), qui, suivant sa richesse et la grosseur de ses parties, est envoyée à l'atelier de cassage, ou au bocard, ou bien est divisée par un lavage subséquent auquel on la soumet. Ce lavage, qui s'exécute sur une aire plane, donne deux parties B et C, qu'on envoie séparément l'une au cassage et l'autre au bocard.

Enfin, la partie inférieure A, qui est riche, et qu'on laisse s'accumuler sur le crible pendant plusieurs opérations successives.

Lavage sur
une aire
plane du
minerai fin
E.

§ 88. — Lorsqu'il s'est accumulé dans la cuve une quantité plus ou moins grande de minerai fin E, on le retire et on le lave sur une aire plane traversée par un courant d'eau et sur une petite caisse à deux compartimens, que traverse également un courant d'eau; on en extrait par le lavage les parties les plus grosses E, qu'on recrible ainsi qu'il va être dit. Quant aux parties fines F, qui restent tant sur l'aire plane que dans la caisse, on les traite comme nous l'indiquerons plus bas pour les parties des produits des bocards connues sous le nom de *schlamm* (en anglais *slime*), auxquelles elles ressemblent par leur finesse et leur richesse.

Criblage du
minerai E.

§ 89. — Pour achever la préparation du minerai E qu'on en a séparé, on en charge une certaine quantité sur le crible, recouvert d'un lit de minerai riche A, résultant des criblages précédens, et on l'agite doucement. Dans cette nouvelle opération, il vient à la surface de petits fragmens pierreux D', qu'on rejette. On trouve

ensuite au-dessous des fragmens pauvres (B', C'), qu'on envoie au bocard; enfin, le minerai riche A, dont la quantité a été un peu augmentée, recouvre la surface du crible. Il est suffisamment pur pour être vendu aux usines. Dans ce nouveau criblage, il retombe dans la cuve quelques petits fragmens de minerai riche E', mêlés de poussière très-fine de parties pierreuses.

§ 90. — Pour nettoyer le minerai E' retombé dans la cuve, et pour l'amener au même degré de pureté que A, on l'agite fortement, ainsi que l'eau qui le recouvre, avec une bêche qu'on remue circulairement dans la cuve. Lorsque tout le dépôt E' est, par suite, en suspension dans l'eau, on la laisse reposer; les particules métalliques se déposent les premières, à cause de leur excès de pesanteur spécifique. On provoque leur réunion en un seul point du fond, soit en les y amenant avec la bêche, soit en penchant la cuve d'un côté. Les particules terreuses viennent ensuite former par-dessus un dépôt, qu'on en sépare aisément et qu'on jette, ou qu'on joint aux schlamms, suivant sa richesse. Le dépôt métallique qu'on retire ensuite de la cuve est assez pur pour être vendu aux usines.

Nettoiemnt
du minerai
E' par agita-
tion.

§ 91. — Revenons aux minerais C (B, C) (B', C'), qui, comme nous l'avons dit précédemment (§ 86, 87 et 88), sont bocardés. Les bocards employés pour la préparation mécanique des minerais de cuivre sont semblables à ceux employés pour celle des minerais d'étain que nous avons décrits (§ 48). Le minerai, après avoir subi leur action, se trouve divisé en deux parties; savoir, le sable, qui se dépose dans le premier bassin, et les schlamms (*slime*) que

Bocardage et
lavage des
minerais
pauvres.

l'eau abandonne dans les labyrinthes qu'elle est obligée de traverser en s'écoulant.

Le sable est lavé directement dans des caisses de la forme de celles décrites (§ 49), en parlant du lavage des minerais d'étain.

Les schlamms déposés, soit par les eaux qui s'écoulent du bocard, soit par celles qui ont servi aux diverses opérations de lavage, ainsi que les matières analogues obtenues dans quelques-unes de ces opérations, sont d'abord déboués dans des caisses à deux compartimens beaucoup plus courtes et plus étroites que les précédentes, et de l'espèce de celles décrites (§ 49), et lavés ensuite dans les caisses ci-dessus.

Récapitulation des différentes sortes de minerais.

§ 92. — En récapitulant les diverses opérations que nous venons de faire connaître, on voit que tout le minerai extrait des mines se trouve divisé en six portions; savoir,

- 1°. Minerai massif A, cassé à la batte (§ 83);
- 2°. Minerai donné par le criblage (§§ 87 et 89);
- 3°. Minerai plus fin encore, retiré des cuves de criblage (§ 90);
- 4°. Minerai de bocard, lavé directement dans les grandes caisses (§ 91);
- 5°. Minerai extrait des schlamms par le débouage dans les petites caisses étroites et le lavage dans les grandes (§ 91);
- 6°. Enfin, parties pierreuses rejetées à différents états de division, et nécessairement mélangées d'un peu de minerai perdu.

Les minerais de cuivre extraits des mines des autres parties des Iles Britanniques subissent à-peu-près la même préparation mécanique que ceux tirés des mines du Cornouailles et du Devonshire. (La suite à la prochaine livraison.)

SUITE

DE LA NOTICE GÉOGNOSTIQUE

SUR QUELQUES PARTIES DE LA BOURGOGNE;

Par M. DE BONNARD, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

TROISIÈME PARTIE.

Terrains supérieurs au calcaire à gryphites.

Considérés dans leur ensemble ou dans leur partie supérieure, ou même dans certaines couches seulement de leur partie inférieure, les terrains calcaires dont il me reste à parler se distinguent bien du terrain de calcaire à gryphites; mais il n'en est pas de même, si l'on observe les couches immédiatement superposées à ce dernier, ou si l'on compare entre elles, en général, les couches marneuses situées au-dessous et au-dessus du niveau qu'on croit devoir adopter pour ligne de séparation des deux formations: on reconnaît alors, en effet, une telle conformité et des passages si insensibles, qu'on ne sait où placer la limite, et qu'on est tenté de regarder le tout comme appartenant à une formation unique. Mais une difficulté semblable se présente presque constamment quand on étudie la succession de terrains formés de roches de même

Passage des terrains inférieurs aux supérieurs.

nature; et comme les calcaires blancs supérieurs du Jura paraissent bien évidemment différens du calcaire à gryphées, comme on a même observé entre eux, dans le Jura, des rapports de gisement qui ne permettent pas de les regarder comme membres d'une même formation (1), nous devons admettre cette différence, ainsi que la limite qui distingue les terrains des plaines ou plateaux bas, de ceux qui constituent toujours des montagnes plus ou moins élevées au-dessus de ces plaines.

Division de ceux-ci en deux formations.

Nous diviserons même l'ensemble de ces terrains supérieurs, mais sans attacher une grande importance à notre division, en deux sections ou formations distinctes : l'inférieure, composée de marnes schistoïdes, tendres ou friables, diversement colorées, mais en général de couleurs sombres, et renfermant des couches subordonnées de calcaire dur ordinairement coloré de la même manière, quelquefois cependant d'un gris moins foncé; et la supérieure formée, au contraire, en majeure partie de couches de calcaire dur, de couleurs claires, qui renferment rarement quelques couches subordonnées, marneuses ou argileuses. Quoique la limite commune à ces deux sec-

(1) *Mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, par M. Charbaut; *Annales des mines* de 1819, page 617.

Il serait intéressant d'examiner si les singulières différences de stratification que présentent souvent les couches des montagnes du Jura (par exemple celles qui ont été décrites et figurées par M. Lemaistre, dans le *Journal des mines*, n°. 106, page 310), sont en rapport avec les différences que l'on reconnaît aujourd'hui entre les terrains de ces montagnes.

tions soit encore difficile à tracer d'une manière précise, on peut cependant les regarder comme présentant entre elles une différence assez grande, et plus grande même, relativement à la nature des roches, que les différences qui distinguent les terrains de notre section inférieure de ceux du calcaire à gryphites.

Et en effet les marnes qui constituent les couches supérieures de la formation du calcaire à gryphites dans les plaines de l'Auxois se confondent tout-à-fait avec celles qui constituent les couches inférieures des montagnes. Celles-ci sont seulement, en général, de couleur plus foncée, et ressemblent ainsi davantage à plusieurs de celles qui sont situées au-dessous des couches à gryphées, et qui dépendent du terrain de lumachelle: elles sont presque toujours assez tendres; elles renferment des couches brunes ou noires, très-argileuses, micacées, bitumineuses et feuilletées; d'autres couches plus dures, d'un brun violâtre devenant plus ou moins jaune par l'altération, et paraissant contenir une assez grande proportion d'oxide de fer; d'autres couches enfin, plus dures encore et d'apparence plus calcaire. Je n'ai pas reconnu les couches de grès ou *cos* qui y sont indiquées par M. Leschevin (1), quoique j'aie observé ces terrains marneux en plusieurs localités, particulièrement sur le penchant des collines qui dominent les villages de *Braux* et de *Saucy*, et dans le grand ravin de la pente nord de la montagne de *Thil*. Un assez grand nombre de ravins de ce genre sillonnent les pentes marneuses, et pourraient servir à une

Deuxième formation marneuse. Sa composition.

(1) *Journal des mines*, n°. 193, p. 18 et 28.

étude détaillée des assises qui les composent, assises que l'on aperçoit ailleurs difficilement, en raison de leur mollesse et de la facilité avec laquelle elles se désagrègent. Les couches plus dures, qui y sont intercalées, forment dans les ravins plusieurs étages de cascades. Parmi ces couches dures, les unes ne renferment pas de coquilles, d'autres en contiennent un grand nombre, quelques-unes en paraissent même entièrement formées, et ce sont probablement celles-ci que M. Leschevin désigne sous le nom de *lumachelle* (1), en les confondant avec la *lumachelle de Sainte-Magnance*, qui en diffère beaucoup par sa nature et plus encore par sa position. Les couches tendres, plus argileuses, ne m'ont pas présenté de coquilles; mais elles renferment des rognons arrondis de marnes dures, qui sont souvent coquilliers. Au près de Sombernon, les couches noires et feuilletées sont assez dures pour qu'on ait été tenté de s'en servir comme d'ardoises: on a même fait, dans ce but, un commencement d'exploitation qui a été promptement abandonné. On m'a assuré, mais je ne l'ai pas vu, que ces couches renfermaient des empreintes de poissons.

Fossiles
qu'elles ren-
ferment.

On ne trouve plus dans ce terrain la *gryphée arquée* qui caractérise le calcaire de la plaine. Les bélemnites y abondent, sur-tout dans les couches inférieures, que M. Leschevin désigne, par ce motif, sous le nom de *calcaire à bélemnites* (2). Les couches moyennes contiennent avec profu-

(1) *Journal des mines*, n°. 193, p. 27.

(2) *Ibid.*, p. 18.

sion des *peignes* (1), des *térébratules*, des *trachus*, et des *modioles* souvent bien conservés, qu'on pourrait peut-être regarder comme caractéristiques pour cette formation. Tous ces fossiles se présentent aussi dans les couches supérieures, et dans ces dernières seulement j'ai trouvé un grand *plagiostome* (2), ainsi que le *gryphæa cymbium*, qui diffère, par sa forme et par la grandeur remarquable de beaucoup d'individus, de la *gryphée arquée* (3). Quelques-unes de ces couches supérieures, à grandes gryphées, semblent être presque entièrement formées de nodules très-ferrugineux (4).

Dans la partie orientale de l'Auxois, l'épaisseur de cette formation marneuse est au moins de 100 à 150 mètres. A cette hauteur, se présentent des couches de marnes très-feuilletées, qui alternent avec des couches dures de calcaire gris veiné de rougeâtre, renfermant des entroques, et formant ainsi un passage au calcaire supérieur.

Son épais-
seur.

Aux environs d'Avalon, ces terrains sont beaucoup moins épais: quelquefois on n'y observe pas de couches argileuses et tendres; mais on re-

(1) Parmi les espèces de *pecten*, M. Desmarest a reconnu le *pecten univalvis* de Sowerby.

(2) *Plagiostoma semilunaris* de Sowerby.

(3) Les coquilles de ce terrain, qu'on rapporte au *gryphæa cymbium*, diffèrent encore beaucoup entre elles, par la proportion entre la longueur et la largeur des individus, et doivent probablement être rapportées à deux espèces distinctes; celles qui sont les plus larges sont aussi désignées sous les noms de *gryphæa latissima* et de *gryphæa dilatata*.

(4) *Calcaire noduleux* de M. Leschevin, *Journal des mines*, n°. 193, p. 27.

connait seulement sur les pentes inférieures des montagnes un calcaire veiné de gris et de rougeâtre, à grain serré, quelquefois sublamellaire, renfermant beaucoup de *bélemnites*, des *ammonites*, le *gryphæa cymbium*, de grandes valves d'*huitres*, etc., et qui présente ainsi à-la-fois les caractères des parties inférieures et supérieures de la formation marneuse de l'Auxois.

Formation
des calcaires
blancs.

Les terrains calcaires de la partie supérieure des montagnes m'ont présenté les variétés suivantes, que j'indique dans l'ordre de position où je les ai vues à-peu-près constamment, en allant de bas en haut.

1°. Calcaire sublamellaire ou grenu, composé presque entièrement d'*entroques*;

2°. Calcaire compacte, blanc-jaunâtre, à cassure inégale et un peu terreuse : je le désignerai sous le nom de *calcaire blanc-jaunâtre marneux* (1) ;

3°. *Calcaire oolithique* ;

4°. Calcaire compacte, à grain serré, à cassure unie et conchoïde ; je le nomme *calcaire conchoïde*.

Calcaire à
entroques.

1°. Le *calcaire à entroques* varie du blanc au gris et au jaune rougeâtre. Cette dernière teinte, due à l'oxide de fer, devient souvent prédominante, sur-tout dans les joints des couches, ou à l'entour des fossiles qui composent la masse, et qui ne deviennent reconnaissables que sur les

(1) Ce calcaire contient seulement 7 pour 100 d'alumine, d'après un essai qui a été fait au laboratoire de l'École des mines : le nom que je lui donne n'est donc nullement caractéristique, mais sert seulement à le distinguer des autres.

surfaces altérées et oxidées. A l'intérieur des couches, ils sont en général tout-à-fait invisibles, et la roche, qui a souvent une cassure lamellaire très-prononcée, devient quelquefois presque semblable à certains calcaires saccharoïdes anciens ; mais souvent aussi les lamelles sont moins distinctes ou plus rares ; de petits grains arrondis, qui se mêlent entre elles ou qui les remplacent même presque entièrement, donnent à la roche une cassure terne, grenue, imparfaitement oolithique. Quelquefois même les lamelles ou les grains, très-petits et brillans, font prendre au calcaire l'aspect d'un grès assez homogène. Indépendamment des *entroques*, on y observe des valves de grandes *huitres* souvent étendues entre les assises, dans lesquelles pénètrent quelques-uns de leurs feuillettes, des *térébratules* et d'autres coquilles. J'y ai trouvé un oursin du genre *cassidule*, rempli de calcaire semblable à celui de la masse qui le renfermait, dont il était à peine distinct, et dont un commencement d'altération a pu seul le détacher. L'altération y montre aussi des *pointes d'oursins* et quelques *polypiers* ; enfin, j'y ai observé une empreinte creuse et allongée, fibreuse et ferrugineuse, ayant toute l'apparence d'un fossile végétal.

Le calcaire à *entroques* renferme fréquemment des rognons assez gros de minerais de fer oxidé d'un brun rougeâtre, qui semblent intimement unis à la roche calcaire qui les enveloppe. On y voit, dans plusieurs carrières, de belles stalactites d'albâtre blanc ; ailleurs, entre les couches et dans les fissures de la roche, se dépose seulement une concrétion calcaire blanche et presque pulvérulente ; ailleurs, c'est tout-à-fait la

variété de chaux carbonatée connue sous le nom de *farine fossile*.

Son gisement.

Le calcaire à entroques recouvre toujours immédiatement les terrains marneux dont les couches supérieures renferment déjà quelques entroques. Son gisement est remarquable, en ce qu'il forme constamment, au-dessus des pentes assez douces de la formation marneuse, des pentes très-roides, ou même des escarpemens verticaux (1), souvent couronnés par un plateau, qui constitue quelquefois, dans l'Auxois, le sommet des montagnes : dans ce cas, les couches supérieures du calcaire à entroques se délitent, par l'action atmosphérique, en plaques assez minces, qu'on exploite sous le nom de *laves*, pour servir à la couverture des habitations. Cette influence de l'atmosphère agit à plus ou moins de profondeur ; mais, en général, elle paraît arrêtée par la première couche argileuse subordonnée au calcaire, qui en préserve les couches situées au-dessous d'elle. Ailleurs, le calcaire à entroques est recouvert par les autres calcaires de la formation.

Circonstances locales.

Le gisement du calcaire à entroques est en couches horizontales dans tout l'intérieur de l'Auxois ; mais il n'en est pas ainsi aux deux limites, où les terrains anciens disparaissent. Au près de la pointe nord-ouest du Morvan, on voit, entre les villages de *Domecy*, *Givry* et le *Vault*, les couches de calcaire à entroques plonger fortement vers l'ouest (2), et s'enfoncer au-dessous des calcaires blancs-jaunâtres et oolithiques, qui

(1) Voyez Pl. VI, fig. 1, et Pl. VII, fig. 6.

(2) Voyez Pl. VII, fig. 6.

constituent une étendue de terrain considérable. On remarque un fait semblable et dans le sens opposé, auprès des derniers mamelons de terrains anciens qui apparaissent vers l'est, aux environs de Somberton : ici, le calcaire à entroques, qui recouvre encore immédiatement les marnes supérieures au calcaire à gryphites, s'enfonce rapidement vers l'est avec elles, au-dessous du sol de la vallée d'Ouche, et disparaît sous les autres calcaires (1).

2°. Le *calcaire blanc-jaunâtre marneux*, à cassure un peu inégale et terreuse, recouvre toujours le calcaire à entroques aux environs d'Avalon, c'est-à-dire autour de la pointe du Morvan. Sa couleur et son aspect sont assez uniformes ; mais il passe insensiblement au calcaire oolithique qui lui est superposé. Moins dur que les autres calcaires, il forme souvent, au-dessus des escarpemens de calcaire à entroques, des plateaux presque horizontaux ou des pentes très-douces (2), qui montent insensiblement jusqu'au pied d'un second rang d'escarpemens formés par le calcaire oolithique. Toutes les montagnes situées entre Avalon et Vézelay présentent ainsi, à-peu-près aux trois quarts de leur hauteur, des plateaux très-peu inclinés, sur lesquels s'élèvent, de distance en distance, des tertres dont les flancs sont escarpés et dont le sommet est encore un plateau. Sur le sol du premier étage de plateaux, on trouve beaucoup de silex presque ré-

Calcaire blanc-jaunâtre marneux.

Sa disposition.

Silex et minerais de fer.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 7.

(2) Voyez Pl. VI, fig. 1, et Pl. VII, fig. 6.

n'ai pas vus en place. Parmi ces minerais, les uns sont en grains ou oolithiques, les autres en masses irrégulières, qui ressemblent à un grès fortement mélangé de fer oxidé ou de fer hydraté; quelques-unes de ces masses renferment des cavités remplies de fer hydraté pulvérulent.

Fossiles du
calcaire
blanc-jaunâtre.

Le calcaire blanc-jaunâtre marneux est encore remarquable par la grande quantité de coquilles qu'il renferme, des genres *ammonites*, *perna*, *pinna*, *cardium*, *arca*, *pecten* (1), etc., et qui présentent dans la même roche trois modes de pétrifications distincts : les unes, et ce sont sur-tout les *ammonites*, les *cardium*, les *perna*, les *arca*, sont des moules remplis par la roche calcaire elle-même; d'autres, telles que les *pinna* et une foule de petites bivalves indéterminables, présentent encore le test de la coquille, ou ce test est remplacé par un calcaire spathique ou nacré (dans les *pinna*, ce test est épais et fibreux transversalement); enfin, dans d'autres empreintes appartenant sur-tout à des coquilles turriculées (2), on ne voit qu'un moule vide ou renfermant seulement l'axe de la coquille, et tapissé intérieurement d'un calcaire ferrugineux pulvérulent d'un brun jaunâtre. Quelquefois le moule d'une grande ammonite est rempli de calcaire marneux, qui renferme et des ammonites plus pe-

(1) Une des espèces d'ammonites ressemble beaucoup à celle de Noiraigue, dans le val Travers (Jura).

M. Desmarest a encore déterminé sur les échantillons que j'ai rapportés,

Le *perna aviculoïdes* de Sowerby (*mytilus* ?);

Le *cardium protei*.

(2) Plusieurs de ces coquilles turriculées paraissent semblables à des cérites.

tites et une foule d'autres coquilles dont la cassure forme des stries brunes et lamellaires sur le fond blanc et terreux de la pierre.

Les couches du calcaire blanc-jaunâtre marneux se délitent, près de la surface du sol, comme celles du calcaire à entroques, en plaques, qui sont également exploitées, sous le nom de *laves*, pour les toitures des villages. Ces plaques m'ont paru plus minces, et par conséquent meilleures pour l'usage auquel elles sont destinées, que celles du calcaire à entroques.

Je n'ai pas retrouvé le calcaire blanc-jaunâtre marneux dans les montagnes de la partie orientale de l'Auxois; mais il se présente sur une grande étendue entre Avalon et Auxerre. Il paraît renfermer quelques couches minces, brunes, entièrement formées de coquilles (1); d'autres couches subordonnées d'argile d'un bleu noirâtre, et aussi des amas d'argile.

3°. Le calcaire oolithique est presque toujours blanchâtre ou jaunâtre, quelquefois tout-à-fait blanc; je n'y ai guère vu que des oolithes à grains fins; mais l'abondance de ces grains est très-variable, ainsi que la manière dont ils sont plus ou moins distincts de la pâte qui les renferme. Quelquefois on remarque, outre les petits grains ronds qui constituent la roche presque en entier, d'autres grains plus gros et de forme irrégulière, mais toujours à bords arrondis (et que l'on pourrait prendre, au premier aspect, pour de petits galets étrangers à la roche cal-

Calcaire
oolithique.

(1) Cette sorte de lumachelle rappelle tout-à-fait, à l'aspect de ses échantillons, celle qui se trouve dans les terrains du Bas-Boulonnais, ainsi que plusieurs échantillons du *forest marble* des Anglais.

caire), ainsi qu'une multitude de petites coquilles souvent brisées. La texture de la pâte varie aussi en finesse comme en dureté, et la roche passe, d'une part, au calcaire précédent, de l'autre, au calcaire à cassure unie ou conchoïde. Le calcaire oolithique paraît renfermer les mêmes silex, les mêmes minerais de fer, les mêmes fossiles que le calcaire blanc-jaunâtre marneux, dont il ne se distingue réellement, quand il n'a pas la structure oolithique, que par sa plus grande dureté: l'un et l'autre sont remarquables d'ailleurs, mais sur-tout le calcaire oolithique, en ce qu'ils sont souvent perforés de trous arrondis et sinueux, irrégulièrement disposés, et qui ont jusqu'à 3 ou 4 pouces de diamètre. Un fait semblable se remarque plus en grand dans les rochers pittoresques des bords de la Cure, entre Saint-Moré et Arcy, et les grottes célèbres de cette dernière localité ne sont peut-être encore que le même fait sur une plus grande échelle. Ces grottes renferment des masses considérables d'argile glaiseuse, et sur les flancs des escarpemens qui bordent la rivière, on aperçoit, à différentes hauteurs, des espèces de demi-cintres, à surface lisse et même luisante, qui semblent avoir été les parois de cavités qui renfermaient des masses argileuses semblables (1).

Sa disposition.

Aux environs d'Avalon, j'ai toujours vu le calcaire oolithique recouvrir le calcaire blanc-jaunâtre marneux, et le premier m'a paru constituer seul les tertres qui, s'élevant rapidement au-dessus des pentes très-douces du calcaire

(1) M. Mohs a observé et décrit un fait semblable dans les calcaires intermédiaires des Alpes tyroliennes.

marneux, forment les sommités des montagnes de cette contrée. Les flancs de ces tertres sont souvent tout-à-fait escarpés, et leurs sommets sont des plateaux horizontaux ou très-peu inclinés, mais toujours à surface plane, et qui semblent se correspondre sur presque toutes les sommités. Les deux plus hautes de ces sommités sont placées sur la montagne située à une lieue à l'ouest d'Avalon, entre les villages de *Domecy* et *du Vault*, et sont désignées, dans le pays, sous le nom de *tertres* ou *terreaux de Montmartre* (2). Elles sont à à peu de distance l'une de l'autre; les plateaux unis qui les couronnent, légèrement inclinés vers l'ouest (c'est-à-dire dans le même sens que toutes les couches calcaires de cette localité), semblent bien être situés dans un même plan, et avoir été jadis la continuité d'un même sol, dont la partie mitoyenne aurait été emportée ou détruite par une cause quelconque. La disposition des couches des deux tertres semble aussi appuyer cette idée; quoi qu'il en soit, à la surface de l'espèce de *col* qui les sépare aujourd'hui, on se retrouve sur le calcaire blanc-jaunâtre marneux, tandis que les rochers des deux tertres sont entièrement oolithiques.

Sur le plateau du tertre le plus élevé, d'où l'on domine au loin toute la contrée, j'ai trouvé quelques fragmens roulés, de la grosseur du poing et de la tête, d'un granite tout-à-fait semblable à celui qui constitue les rochers des bords du Cousin; mais ces galets se trouvent là à 3 ou 400 mètres au-dessus du sol granitique, et ils ne peuvent y avoir été amenés par aucune cause com-

Galets de granite sur les plateaux oolithiques.

(2) Voyez Pl. VII, fig. 6.

patible avec l'ordre de choses aujourd'hui existant. Le même fait se représente quelquefois sur les autres sommités calcaires de la Bourgogne, et il me paraît analogue, en petit, à celui des blocs de granite des montagnes du Jura.

Localités.

Le calcaire oolithique semble s'étendre assez loin au nord d'Avalon : les carrières de Lisle et de Coutarnoux, célèbres par la bonté et la beauté des pierres d'appareil qu'on en extrait, sont situées dans ce calcaire; mais je ne les ai point visitées.

Dans la partie orientale de l'Auxois, le calcaire oolithique manque souvent; souvent aussi il se présente uni au calcaire conchoïde, à la partie supérieure des montagnes les plus élevées : on le retrouve ainsi jusqu'aux environs de Sombernon.

Les couchés supérieures des plateaux formés de calcaire oolithique se délitent en plaques minces, comme celles des autres calcaires blancs, et sont exploitées pour le même usage.

Calcaire conchoïde.

4°. Le *calcaire conchoïde*, compacte, à grain fin, est en général d'un gris clair, blanchâtre ou jaunâtre : sa cassure est unie et conchoïde; il est souvent pénétré d'une multitude de veinules de calcaire magnésien ou ferrifère, spathique ou terreux. Ces substances paraissent fréquemment aussi tenir la place de coquilles dont les vestiges ont disparu; on trouve cependant encore dans cette roche des empreintes ou même des têtes de coquilles reconnaissables, mais elles y sont peu abondantes : celle que j'y ai rencontrée le plus fréquemment est une espèce de *lime*.

Est supérieur à tous les autres.

Le calcaire conchoïde se trouve, par-tout où je l'ai observé, au-dessus de tous les autres calcaires de la formation; il manque dans les mon-

tagnes qui avoisinent Avalon, dont le sommet est de calcaire oolithique, ainsi que dans une partie de celles qui forment l'enceinte de la *vallée de Saint-Thibaud*, où le calcaire à entroques constitue le plateau supérieur; mais on le trouve au sommet du plus grand nombre des montagnes calcaires, sur-tout en avançant vers l'est et le nord-est. En montant la montagne de Vitteaux, on voit les pentes de la formation marneuse surmontées d'escarpemens considérables, dont le pied est formé de calcaire à entroques; mais au sommet de ces rochers les entroques ont disparu, et on ne trouve plus que le calcaire à cassure conchoïde, qui constitue le sol de tout le plateau fort élevé qu'on traverse en allant à Sombernon. On ne retrouve pas ici les deux étages d'escarpemens qui se présentent sur les montagnes d'Avalon, ce qui tient sans doute à ce que les deux calcaires durs passent immédiatement l'un à l'autre; tandis qu'à Avalon ils sont séparés par le calcaire blanc-jaunâtre marneux. Au sommet d'autres montagnes, le calcaire conchoïde est superposé au calcaire oolithique, auquel il paraît alors être intimement uni.

Vers le nord-ouest, c'est-à-dire entre Avalon et Auxerre, la roche calcaire des sommités semble de nature intermédiaire au calcaire blanc-jaunâtre marneux et au calcaire conchoïde, et doit peut-être être rapportée à celui-ci, auquel appartiendraient alors les couches subordonnées de lumachelle et d'argile citées plus haut (1).

Les plateaux élevés, formés par calcaire, sont souvent recouverts par un peu de terre végétale; Il forme des plateaux crevassés.

(1) Voyez page 505.

mais quelquefois aussi la roche est entièrement à nu : elle se montre alors irrégulièrement crevascée, ou plutôt la surface du plateau est presque entièrement formée d'arêtes saillantes, séparées par des cavités ou tubulures irrégulières qui s'enfoncent assez profondément dans la roche. Tel se présente, par exemple, le plateau de la montagne de Moron, située à une lieue à l'est de Sombernon, et au pied de laquelle est situé le village de Remilly, où apparaît un des derniers mamelons granitiques.

J'ai déjà parlé de ces trois mamelons granitiques de Remilly, Mémont et Mâlain, qui, situés à-peu-près sur une ligne droite dirigée du sud-sud-ouest au nord-nord-est, paraissent recouverts, *en forme de manteau*, par les terrains de la formation inférieure décrite dans la seconde partie. J'ai dit que du côté de l'ouest ces terrains inférieurs disparaissaient promptement sous le grand plateau de calcaires blancs qui s'étend de Sombernon à Vitteaux ; mais que, de l'autre côté, on reconnaissait bien aux couches du calcaire à gryphites une inclinaison générale vers l'est-sud-est. J'ai indiqué plus tard la même inclinaison dans le calcaire à entroques des mêmes localités.

Du sommet de la montagne de Moron, on peut observer que les couches du calcaire supérieur, qui constitue tous les plateaux situés près et à l'est des buttes granitiques, plongent également vers l'est, mais très-rapidement, sous une inclinaison plus grande même que celle des calcaires inférieurs (1), et de manière à s'enfoncer au-des-

Disposition
des calcaires
blancs près
de Somber-
non.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 7.

sous du sol de la vallée d'Ouche. Cet aspect frappe d'autant plus, que d'Avalon à Remilly, c'est-à-dire sur dix-huit lieues de l'ouest à l'est, on n'a vu qu'une stratification à-peu-près horizontale, depuis les terrains immédiatement superposés au granite jusqu'au calcaire jurassique supérieur : aussi pouvait-on, dans toute cette étendue, retrouver la trace de l'un ou l'autre de ces terrains, selon la hauteur à laquelle on était élevé ; mais à partir de la vallée d'Ouche, toutes les formations inférieures semblent disparaître.

En plongeant ainsi vers l'est beaucoup plus rapidement que les terrains inférieurs, les couches du calcaire conchoïde relèvent vers l'ouest leurs tranches escarpées. Cet escarpement forme même une espèce de barrage ou de digue, que M. Leschevin a décrite (1), qui se prolonge en ligne droite depuis la montagne de la *Roche-Aigue*, au nord de Mémont, jusqu'à la montagne de Remilly, en traversant les vallées de Mâlain (2) et de Mémont, aux ruisseaux desquelles cette digue donne seulement passage par quelques échancrures. M. Leschevin dit que la pierre calcaire dont le *barrage* est formé lui a paru différente de celle des montagnes voisines : je ne puis partager cette opinion, ayant cru y reconnaître tout-à-fait le calcaire oolithique et le calcaire conchoïde, qui constituent le sol des plateaux environnans ; mais l'inclinaison rapide de ces couches et l'escarpement presque à pic de leurs tranches, du côté de l'espèce de bassin formé ainsi par la

Barrage des
vallées.

(1) *Journal des mines*, n°. 193, p. 30.

(2) Le vieux château de Mâlain est bâti sur ce barrage. Voyez Pl. VII, fig. 7.

partie supérieure de chacune des vallées, paraissent un phénomène remarquable; et en observant que ce phénomène se présente sur le bord de la rangée de noyaux de terrains anciens qui se montrent au jour dans cette seule localité, au milieu d'une vaste contrée où l'on ne connaît d'ailleurs que les calcaires blancs, en couches à-peu-près horizontales, il est impossible de ne pas penser que ce rameau de terrains anciens a contribué au bouleversement qui a produit ces escarpemens singuliers.

Réflexions à
ce sujet.

Au reste, des relations de gisement à-peu-près analogues me semblent se présenter dans un assez grand nombre de localités, quoique peut-être avec des circonstances moins frappantes. Il est, je crois, reconnu que les pentes des montagnes formées de couches inclinées dans un même sens sont en général plus douces dans le sens de l'inclinaison des couches, et plus roides du côté où ces couches présentent leurs tranches; mais je ne sais si l'on a fait remarquer d'une manière assez explicite la disposition qui résulte de ce fait général, lorsque des terrains primordiaux se montrent à nu, en collines peu élevées, au milieu de terrains secondaires constituant des montagnes beaucoup plus hautes. Souvent alors, peut-être toujours, c'est une rangée ou une enceinte plus ou moins complète de pentes très-escarpées qui domine les buttes primordiales, en présentant de ce côté les tranches de couches qui se relèvent vers le vide, et qui ne montrent ailleurs aucun brisement dans une allure longtemps prolongée.

Un fait de ce genre peut être observé aux environs d'Avalon, sur les pentes des montagnes

calcaires situées près et à l'ouest de la pointe primordiale. De l'autre côté de l'espace occupé par le granite et les calcaires anciens, le barrage de Mâlain à Remilly en offre un second exemple (1), et dans ces deux localités, les partisans des théories huttoniennes expliqueraient sans doute facilement, par le soulèvement igné des mamelons granitiques, et par le brisement et la dislocation des portions de couches calcaires qui recouvriraient les buttes ainsi soulevées, et la nudité actuelle du sol primordial à un niveau aussi inférieur à celui des terrains qui l'entourent, et la disposition actuelle des portions de couches de ces terrains qui seraient restées en place après leur déchirement.

Dans son intéressant mémoire sur les environs de Lons - - Saulnier, M. Charbaut réunit l'ensemble des terrains marneux et calcaires analogues à ceux dont je viens de parler en une formation unique, à laquelle il donne le nom de *formation oolithique*: il reconnaît bien que les marnes sont toujours situées au-dessous des calcaires blancs, ainsi que je l'ai observé en Bourgogne; mais il pense que le tout forme seulement un *étage* de la formation, auquel sont superpo-

Étages de la
formation
oolithique
du Jura.

(1) Voyez Pl. VII, fig. 7. J'ai encore observé, depuis, un fait semblable dans le département de la Nièvre, à peu de distance du pied de la pente occidentale du Morvan. Une butte granitique, d'une forme allongée du nord au sud, paraît se terminer vers le nord aux environs du bourg de Saint-Reverien, où l'on voit l'arkose, le psammite, la lumachelle et le calcaire à gryphites recouvrir le granite, comme en Bourgogne; mais la pointe de cette espèce d'îlot de terrains anciens est entourée par un amphithéâtre élevé, formé de montagnes de calcaires blancs jurassiques. Cette localité m'avait été indiquée par M. Élie de Beaumont.

sées d'autres marnes, recouvertes elles-mêmes d'autres calcaires, qui constituent un *second étage* semblable au premier, et que cette alternation se répète plusieurs fois dans les montagnes du Jura (1). S'il en est réellement ainsi, nul doute que le tout ne doive être réuni, et il résulterait seulement de mes observations que l'Auxois ne présente qu'un *étage* de la formation oolithique du Jura. Mais on doit remarquer que M. Charbaut n'annonce pas avoir vu la superposition des couches inférieures du *second étage* aux couches supérieures du premier, et qu'il conclut cette superposition de l'inclinaison des unes et des autres. Cette induction a sans doute une grande valeur; mais les bouleversements dont les couches calcaires jurassiques inclinées montrent de fréquentes traces, et dont nous venons d'indiquer un exemple assez frappant, peuvent permettre de conserver des doutes, tant qu'on n'aura pas observé une superposition directe.

Quoi qu'il en soit, à raison de la pente rapide avec laquelle les couches calcaires supérieures plongent vers l'est, près de Sombernon, on pourrait probablement, en avançant à l'est plus que je ne l'ai fait, observer si les terrains marneux reparaissent; si, dans ce cas, l'ensemble des couches paraît former des *étages successifs de marnes et de calcaires blancs*, comme dans le Jura; enfin, si les étages peuvent être regardés comme réellement *superposés* l'un à l'autre.

Je ferai remarquer encore une différence qui

(1) Il sera important de comparer ces différens *étages* du Jura avec les diverses formations oolithiques et argileuses indiquées par les géologues anglais, depuis l'*oolithe inférieure* jusqu'à la *crate*.

existe entre le résultat de mes observations sur les calcaires blancs, et ce qui avait été annoncé jusqu'à présent sur les terrains analogues. Presque toujours, dans l'énumération des assises dont ces terrains se composent, on a indiqué le *calcaire à entroques* comme constituant les couches supérieures, et comme étant superposé au calcaire oolithique; par-tout, au contraire, dans les parties de la Bourgogne que j'ai parcourues, j'ai vu le calcaire à entroques superposé immédiatement aux terrains marneux, et recouvert par les autres calcaires de la formation. Je dois même ajouter qu'il paraît être le plus souvent assez distinct de ces trois autres calcaires, tandis que ceux-ci, intimement unis l'un à l'autre, pourraient être considérés comme ne formant qu'un terrain superposé au terrain de calcaire à entroques.

QUATRIÈME PARTIE.

Résumé, comparaisons, recherches de classification.

Rappelons, en les généralisant, les principales circonstances géognostiques que nous ont présentées les terrains 1°. d'arkose et de psammite, 2°. de marnes argileuses et de lumachelle, 3°. de calcaire à gryphites, 4°. de secondes marnes, 5°. de calcaires blancs.

À la pointe du Morvan, nous avons vu l'arkose ordinairement superposé à l'arène qui se présente à la surface du terrain de granite, mais quelquefois en couches alternant avec l'arène, et quelquefois aussi immédiatement superposé au granite dur, avec une forte adhérence et l'apparence d'un passage insensible de l'une à l'au-

Différence relative au calcaire à entroques.

Arkose.

Comparaison.

tre roche. L'étude du terrain d'arkose nous a conduits cependant, et malgré la texture toute cristalline que la roche présente le plus souvent, à reconnaître le passage évident de cette roche cristalline à une roche grenue, et à rapporter le tout à une formation arénacée.

Nous y avons reconnu des fossiles nombreux dans les roches où la structure grenue est devenue visible, et nous avons retrouvé des fossiles semblables, même dans la roche cristalline. Ces fossiles, *gryphée arquée*, *ammonites*, *plagiotomes*, etc., sont analogues à ceux du calcaire à gryphées, qui ne repose cependant jamais immédiatement sur l'arkose : on y remarque l'*unio hybrida*.

Autour des montagnes primordiales, nous avons retrouvé l'arkose sous les terrains calcaires et sur le granite : cet arkose est alors plus ou moins mélangé de substance calcaire, et du reste assez semblable à celui du Morvan. Il est constamment recouvert par un terrain de calcaire lumachelle et de marne argileuse, avec lequel il revient quelquefois alterner, et qui est lui-même recouvert par le terrain de calcaire à gryphées.

En nous éloignant de la pointe du Morvan, et avançant vers l'est et le sud-est, nous n'avons plus retrouvé par-tout d'arkose sur le granite, au moins ses variétés bien reconnaissables. Quelques localités nous ont présenté, dans sa position, des roches plus ou moins singulières, qui s'y rapportent probablement, qui cependant laissent dans le doute sur la manière dont elles doivent être désignées; l'une de ces roches (celle de Mogun près d'Igornay) offre des caractères tout

particuliers, qui peuvent la faire considérer comme appartenant à un autre système de terrains. Mais souvent, à la place de l'arkose, nous avons rencontré un psammite quarzeux bien caractérisé, très-variable dans son grain, dans sa dureté, dans sa couleur. Une de ses variétés les plus dures et les plus compactes nous a présenté, à Remilly, un aspect semblable à celui de certains arkoses d'Avalon. D'un autre côté, nous avons trouvé, au milieu du Morvan, à Pierre - Écrite, un psammite semblable à celui de l'Auxois, superposé au granite, au sommet des montagnes. Dans l'Auxois, nous avons vu par-tout ce psammite recouvert par le terrain de marnes argileuses et de luchamelle, qui est recouvert lui-même par le calcaire à gryphées. Nous sommes donc confirmés dans les inductions qui nous portent à regarder comme identiques l'arkose cristallin du Morvan et le psammite quarzeux de l'Auxois. L'une et l'autre roche nous ont présenté d'ailleurs un mélange constant de baryte sulfatée (très-abondante sur-tout dans l'arkose) et de plomb sulfuré, souvent aussi de chaux fluatée et d'oxide de fer.

Une couche d'argile ocreuse renfermant des rognons de silex, qui se présente, près d'Arnay-le-Duc, au-dessous de plusieurs couches de psammite, nous a paru subordonnée au terrain psammitique.

Le psammite quarzeux superposé au granite renferme, dans quelques parties de l'Auxois, des empreintes de coquillages assez nombreux, *ammonites*, *peignes*, *trigoniés*, etc. Il renferme aussi des empreintes d'*astéries*, d'*actinies* ou *ascidies*, de zoophytes cylindroïdes, et d'autres fos-

siles indéterminables. Nous devons faire remarquer que plusieurs de ces fossiles diffèrent de ceux que les variétés coquillières de l'arkose nous ont montrés. Dans d'autres parties, au contraire, comme aux environs d'Arnay-le-Duc et près de Sombornon, le psammitte inférieur paraît entièrement privé de fossiles; mais des couches de psammitte contenant des fossiles analogues aux précédens se retrouvent subordonnées au terrain marneux qui est superposé à ce psammitte inférieur.

Marnes et
lumachelle.

Le terrain de marnes argileuses, assez puissant auprès de Sombornon, est alors très-varié dans sa composition, et renferme, entre autres membres subordonnés, des couches ou amas de gypse, et des couches minces de psammitte et de lumachelle.

Dans l'Auxois, c'est la lumachelle qui constitue souvent la masse principale du terrain superposé au psammitte. Au contact des deux terrains, les deux roches se mélangent, et les couches inférieures de lumachelle renferment des grains de quartz et de feldspath en si grande quantité, qu'on peut considérer cette roche comme un véritable psammitte à base de calcaire lumachelle. Quelquefois la lumachelle renferme aussi des fragmens volumineux de la roche psammitique entière; elle renferme encore de petits noyaux arrondis de calcaire argileux jaunâtre, à cassure terreuse, offrant des indices de couches concentriques, et nous avons remarqué des noyaux semblables dans quelques variétés d'arkose.

Sur la pente du Morvan, où la lumachelle est superposée à l'arkose cristallin, elle ne contient plus ordinairement de fragmens quarzeux et

feldspathiques; mais on retrouve avec elle des couches de marne très-argileuse, et même de véritable argile. Quelquefois la lumachelle se présente en grands rognons aplatis, disséminés dans les couches argileuses: ce dernier fait s'observe aussi aux environs d'Arnay-le-Duc. Enfin, la lumachelle est quelquefois immédiatement superposée au granite, et au point de contact on reconnaît une adhérence très-forte entre les deux roches.

La lumachelle renferme aussi parfois les veinules de spath pesant, et les mouches ou veinules de plomb sulfuré, qui sont si fréquentes dans l'arkose et dans le psammitte.

Les coquilles du calcaire lumachelle sont des *huitres*, des *peignes*, des *térébratules*, dont les espèces sont indéterminables, etc. L'*unio hybrida* de Sowerby y est quelquefois l'espèce la plus abondante; on a reconnu aussi le *plagiostoma læviusculum* du même auteur.

Le terrain de calcaire à gryphées est toujours superposé au terrain de lumachelle et de marne argileuse. Les couches calcaires et marneuses qui le composent sont très-variées dans leur dureté, leur couleur et l'ensemble de leurs propriétés extérieures; mais il paraît qu'une partie au moins des différences qu'elles présentent entre elles est l'effet des influences atmosphériques.

Le calcaire à gryphées renferme assez fréquemment des veinules ou rognons de spath pesant, et quelquefois des mouches de galène; on y trouve aussi le spath pesant en amas et en filons. Une couche d'argile, contenant en abondance du minerai de fer en grains, ainsi que de petits amas de spath pesant et des nodules de chaux phosphatée terreuse, recouvre, en certaines localités, les cou-

Calcaire à
gryphites.

ches de calcaire à gryphées en gisement transgressif, et le minéral de fer pénètre, en filons, avec le spath pesant et l'argile, à travers les couches calcaires.

Les fossiles du calcaire à gryphées, très-abondans et très-variés, présentent quelques différences dans ses différentes couches; plusieurs de ces couches sont tout-à-fait sans coquilles: la *gryphée arquée* abonde sur-tout dans les couches supérieures, et les *bélemnites* dans les couches inférieures; mais les unes et les autres se trouvent dans toute l'épaisseur du terrain. Au nombre des fossiles de ce terrain, on doit remarquer, outre le *gryphæa arcuata*, la coquille désignée sous le nom de *unio hybrida*, que nous avons déjà vue dans la lumachelle et dans l'arkose, l'*ammonites Bucklandi*, le *mya intermedia*, le *pecten lens*, d'autres *peignes*, des *trochus*, du *lignite fibreux* et des empreintes de *fucus*.

Le terrain de calcaire à gryphites forme constamment la surface de plaines ou plateaux bas dont le sol est très-fertile. A la pointe septentrionale du Morvan, ces plaines sont au niveau du sommet des dernières montagnes de granite, et à une hauteur considérable au-dessus des vallées qui déchirent le sol granitique. Un peu plus au sud, le niveau du terrain primordial étant plus élevé, le plateau de calcaire à gryphées se trouve alors au pied des montagnes de granite. Très-rarement on trouve ce terrain au sommet de petites buttes granitiques, comme au château de Nam-sous-Thil.

Relations de ces trois terrains entre eux. Les différences oryctognostiques frappantes qui se montrent constamment entre les trois terrains, 1^o. d'arkose et de psammite, 2^o. de

marnes et de lumachelle, 3^o. de calcaire à gryphées; la constance des relations de gisement qu'on observe entre eux; enfin, l'observation faite, à la vérité dans une seule localité, de fragmens arrondis de psammite dans la lumachelle qui lui est superposée, pourraient porter à regarder ces terrains comme appartenant à plusieurs *formations* distinctes.... Mais indépendamment du parallélisme de leurs couches, de l'union constante des trois terrains, dont l'ensemble a souvent à peine quelques mètres d'épaisseur; enfin des passages fréquens que présentent entre elles les différentes *roches* qui les composent, par le mélange des grains du psammite dans la pâte de la lumachelle, et par des couches dont la nature semble intermédiaire à celles de la lumachelle et du calcaire à gryphées, nous avons observé des passages ou mélanges analogues *entre les terrains eux-mêmes*, par la présence, au milieu du terrain marneux, de couches semblables à celles du terrain de psammite ou d'arkose. Nous avons vu, dans quelques localités où le terrain inférieur manque, la lumachelle adhérer fortement au granite, auquel elle se trouve immédiatement superposée, comme l'arkose y adhère ailleurs. Nous avons, de plus, reconnu, dans les roches des trois terrains, les mêmes substances mélangées, entre autres le spath pesant et la galène, et dans le psammite et même dans l'arkose à texture cristalline, des fossiles semblables à quelques-uns de ceux de la lumachelle et du calcaire à gryphées..... Cet ensemble de conformités peut être regardé comme ayant plus de valeur encore que n'en ont les différences qui viennent d'être signalées, et comme devant faire

Ils paraissent appartenir à une même formation.

conclure que les trois terrains sont trois membres d'une seule formation. La présence des galets de psammite dans la lumachelle reste cependant un fait impossible à concilier avec l'idée que nous avons de l'uniformité des circonstances qui ont dû concourir au dépôt d'une même formation, et de la succession non interrompue de ce dépôt; mais cette anomalie inexplicable se représente fréquemment à l'observation pour les formations les plus incontestablement uniques; elle semble donc n'être pas suffisante pour arrêter dans une conclusion fortement motivée d'ailleurs, et doit rester seulement comme un témoignage de ce qu'il y a toujours d'incomplet dans notre intelligence géognostique, même pour les faits qui paraissent les plus simples.

Au reste, et en raison des passages qui lient entre eux la plupart des terrains superposés l'un à l'autre, la détermination, dans nos classifications géologiques, des espèces auxquelles nous donnons le nom de formations, étant presque toujours artificielle et souvent arbitraire; ce serait, je crois, une discussion bien peu utile que celle qui s'attacherait aujourd'hui au plus ou moins grand nombre de terrains qu'on doit comprendre dans une même formation (1). La seule

(1) Plusieurs géologues modernes justement célèbres emploient aujourd'hui les mots *terrain* et *formation* dans des acceptions différentes de celles que je leur donne ici; mais pour qu'une science puisse faire des progrès, il me semble nécessaire que son langage ait quelque fixité, sans quoi il devient impossible de s'entendre. Par ce motif, quelle que soit la déférence qui est due aux opinions de ces savans, je crois devoir conserver aux termes géognostiques les acceptions que leur a données le créateur de la

chose vraiment importante, dans l'état d'enfance où se trouve encore la géologie, c'est la détermination des relations de gisemens que présentent entre elles les différentes masses minérales, et je crois pouvoir regarder comme constant l'ordre de superposition que j'ai indiqué pour les trois terrains des plaines de l'Auxois.

La seconde formation marneuse, immédiatement superposée au terrain de calcaire à gryphées, constitue le pied et une portion notable de la hauteur des montagnes qui s'élèvent sur les plateaux formés par ce calcaire; elle se compose principalement de couches de marnes de couleurs foncées, souvent très-argileuses, souvent fissiles, mêlées de couches plus dures et plus calcaires: ces couches renferment beaucoup de coquilles; mais on n'y trouve plus de *gryphæa arcuata*. Les *bélemnites* abondent sur-tout dans les couches inférieures de la formation; les parties moyennes contiennent, entre autres fossiles, un *modiole* assez remarquable: la *gryphæa cymbium* et la *gryphæa latissima* ou *dilatata* se rencontrent sur-tout dans les parties supérieures. Les couches calcaires de la partie supérieure renferment aussi des *entroques*, et passent ainsi au calcaire qui les recouvre.

La formation des calcaires blancs, superposés

vraie géognosie. Je continue donc à employer le mot *formation* dans le sens du mot *formation* de Werner, et à traduire par *terrain* ses mots *gebirge*, *gebirgsmasse*, ou *gebirgsart* considéré en grand, réservant le mot *roche* pour les expressions *gebirgsstein* ou *gebirgsart* considéré en petit. J'ai déjà insisté sur cette distinction dans l'*Aperçu géognostique des terrains*, p. 23 et suiv. (Voyez *Annales des mines* de 1819, p. 390.)

Seconde formation marneuse.

Calcaires blancs.

aux terrains marneux précédens, constitue le sommet des montagnes. Elle se compose de quatre terrains calcaires assez distincts, et de quelques couches argileuses subordonnées; les quatre terrains calcaires sont constamment placés dans l'ordre suivant, en allant de bas en haut : 1°. calcaire à entroques, formant des escarpemens qui dominent les pentes douces des terrains marneux; 2°. calcaire blanc-jaunâtre, un peu marneux, qui forme au-dessus de ces escarpemens des pentes très-douces ou presque insensibles, et qui renferme une foule de fossiles présentant dans la même roche trois modes de pétrifications différens; 3°. calcaire oolithique formant un second étage d'escarpemens, quelquefois couronné par un plateau uni, et renfermant les mêmes fossiles que le calcaire blanc-jaunâtre marneux; 4°. calcaire compacte, à cassure conchoïde, formant toujours, quand il existe, le sommet des montagnes, terminées alors par des plateaux bizarrement crevassés : il renferme peu de coquilles visibles, la plus fréquente est une *lime*. Le calcaire à entroques, presque entièrement composé des fossiles dont il porte le nom, est donc situé ici toujours au-dessous des autres, et notamment du calcaire oolithique.

Les terrains marneux et calcaires étant bien distincts les uns des autres, et leur ensemble ne m'ayant présenté aucune apparence qui rappelle les *étages* successifs indiqués par M. Charbaut dans le Jura, je les ai classés ainsi en deux *formations*, sans attacher à cette distinction aucune importance.

Galets de granite.

Sur le sommet des plus hauts plateaux du calcaire supérieur, se présentent des galets de gra-

nite, dont quelques-uns sont de la grosseur de la tête.

Dans une étendue de 18 lieues de l'ouest à l'est, depuis la pointe du Morvan jusqu'à Sombernon, tous les terrains superposés au granite sont disposés en couches horizontales; mais il n'en est pas ainsi aux deux extrémités de la ligne. A l'ouest d'Avalon, on les voit tous plonger vers l'ouest; de sorte que les calcaires supérieurs restent seuls à la surface. Un fait analogue se présente, mais d'une manière plus frappante, dans le sens opposé, aux environs de Sombernon, sur le bord et à l'est de la dernière rangée de mamelons granitiques, et il donne lieu au barrement de plusieurs vallées, par des escarpemens que constituent les tranches fortement relevées vers l'ouest des calcaires supérieurs.

Nous devons rechercher maintenant à quelles formations bien reconnues ailleurs, ou, selon l'expression de M. de Humboldt, à quel *horizon* ou *niveau géognostique* on peut rapporter les terrains que nous avons étudiés. Il paraît difficile d'abord de ne pas admettre l'identité de nos deux formations supérieures avec les formations supérieures du Jura (formation oolithique de M. Charbaut), malgré les différences de détail que peut présenter dans les deux localités la succession des couches. Il resterait à déterminer la place géognostique de l'ensemble de nos trois terrains inférieurs, qui, reposant immédiatement sur le granite, et paraissant même quelquefois liés au granite d'une manière intime, sont immédiatement recouverts par les calcaires jurassiques supérieurs, qui occupent ainsi à eux seuls la place de la classe entière des terrains de transi-

Stratification de ces divers terrains.

Recherche d'un niveau géognostique.

Rapports avec les terrains du Jura.

tion et de celle des plus anciens terrains secondaires, et que cependant nos observations nous conduisent à regarder comme appartenant probablement à une formation unique. Le terrain de calcaire à gryphées arquées, qui en fait partie, se retrouve encore dans les montagnes du Jura, dont il forme les assises inférieures. Il est donc convenable de rechercher, d'abord dans les écrits des géologues modernes, relatifs aux terrains jurassiques, les renseignements qui pourraient fournir quelques rapprochemens utiles à notre détermination.

Mémoire de
M. Char-
baut sur le
Jura.

J'ai rappelé, au commencement de ce mémoire, la division en deux formations, établie par M. Charbaut dans les terrains des environs de Lons-le-Saulnier : la première, ou la plus ancienne de ces deux formations, comprenant le calcaire à gryphites et tout ce qui est visible au-dessous de ce calcaire, présente beaucoup de rapport avec nos deux terrains de marnes et lumachelle et de calcaire à gryphées ; les *marnes irisées*, qui en composent la masse principale, contiennent, comme notre terrain marneux quand il s'est un peu développé, des couches subordonnées de *grès impressionné*, dont M. Charbaut n'a pu déterminer les fossiles ; elles contiennent aussi des bancs d'un calcaire rempli de coquilles, que M. Charbaut désigne sous le nom de *lumachelle*, mais que je ne crois pas, d'après la description qu'il en donne, pouvoir indiquer comme identique avec notre lumachelle de Bourgogne. Au-dessous des marnes irisées, se trouvent des bancs de gypse et de marnes gypseuses, et nous avons vu le gypse se présenter près de Sombornon à la partie inférieure de

notre terrain marneux. En un mot, le terrain de marnes argileuses, inférieur au calcaire à gryphées, me paraît bien être, en Bourgogne, le même que celui du Jura, quoiqu'il y ait pris un développement beaucoup moindre et différent dans la proportion de ses parties composantes ; il semblerait même que l'épaisseur des marnes et leur proportion dans ce terrain diminuent à mesure qu'on avance vers l'ouest, où bientôt ces marnes disparaissent presque entièrement.

Les observations de M. Charbaut, ne s'étendant pas au-dessous des marnes gypseuses, ne nous présentent rien d'analogue à notre terrain de psammite et d'arkose.

Dans l'ouvrage très-instructif intitulé *Aperçu de la constitution géologique des environs de Bâle* (1), Ouvrage de M. Mérian. M. Mérian nous apprend que dans cette localité les formations jurassiques sont superposées à un terrain arénacé, qu'il croit devoir rapporter à la formation du *grès bigarré* de Thuringe, quoique le terrain de Bâle ne renferme ni oolithes ni gypse en gîtes subordonnés. M. Mérian voit, dans le calcaire du Jura, la formation du *muschelkalkstein* de Thuringe, ayant pris le développement considérable qu'on remarque dans toutes les formations calcaires des Alpes ; il divise cette formation jurassique en quatre groupes, qu'il désigne ainsi qu'il suit : *Calcaire gris de fumée*, *Marnes bigarrées et couches subordonnées*, *Oolithe ancienne*, *Calcaire nouveau et marnes*.

1°. Le *calcaire gris de fumée*, peu coquillier, renferme des couches de marnes bitumineuses co-

(1) *Uebersicht der Beschaffenheiten der Gebirgs Bildungen in den Umgebungen von Basel* (Basle, 1821).

quillères, d'autres marnes bigarrées ou brunes, assez semblables à la *rauchwake* de Thuringe, des couches ou amas de gypse; il renferme aussi, sur-tout dans ses couches supérieures, des rognons abondans de silex corné; la superposition de ce terrain au grès bigarré est quelquefois transgressive.

2°. Les *marnes bigarrées* qui composent la masse principale du second groupe sont tout-à-fait semblables à celles qui sont subordonnées au premier; mais, dans le second, ce sont au contraire des calcaires marneux ou compactes qui sont subordonnés aux marnes bigarrées, ainsi que d'autres marnes sableuses. Parmi les nombreuses pétrifications (*bélemnites* grandes et petites *ammonites*, *pectinites*, *térébratules*, etc.) que renferment ces couches marneuses et calcaires, l'auteur cite, comme caractéristique, la *gryphée arquée*. On y remarque d'ailleurs, en gîtes subordonnés, des couches ou amas de gypse, des couches de grès ou psammite, et des couches d'un combustible que l'auteur désigne sous le nom de *houille*, et qu'il annonce comme accompagné d'empreintes de fougères. Les couches supérieures de ce groupe, d'une nature un peu différente, et qui peut-être, dit M. Mérian, appartiennent plutôt au groupe suivant, renferment constamment des bancs de minerai de fer en grains: au nombre des fossiles qu'elles contiennent, ne se trouvent plus les *gryphites*, mais on y trouve toujours des *ammonites*, *bélemnites*, *musculites*, *camites*, *térébratules*, *ostracites*, etc. M. Mérian regarde l'ensemble des deux premiers groupes comme remplaçant, avec une grande extension, les couches marneuses qui, dans le nord de l'Allemagne, se trouvent souvent

entre le grès bigarré et le *muschelkalk*, et qui renferment, selon lui, une grande partie des amas gypseux qu'on désigne ordinairement sous le nom de gypse du grès bigarré; 3°. le troisième groupe des calcaires jurassiques de Bâle, caractérisé par l'*oolithe*, par l'uniformité des roches calcaires, par leur couleur d'un jaune grisâtre, etc., ne renferme le plus souvent que des fossiles brisés: ceux que l'on observe entiers sont des *térébratules*, des *strombes*, des *entroques* et des *madrépores*; 4°. dans le quatrième groupe, les *marnes* et le *calcaire* (qui présentent aussi des variétés oolithiques) sont de couleurs plus claires encore, et les pétrifications sont nombreuses: ce sont des *térébratules*, de grands *pectinites*, des *ammonites* aplatis, des *comes*, des *strombes*, des *échinites*, des *fungites*, des *madrépores* et autres zoophytes.

Quoique cette succession des quatre groupes soit générale aux environs de Bâle, M. Mérian cite des localités dans lesquelles les roches du premier et du second groupe, en conservant leurs caractères et leurs pétrifications, se retrouvent superposées aux roches du troisième. Il paraîtrait donc impossible de ne pas considérer le tout comme appartenant à une même formation, si cette superposition est bien constatée.

Notre calcaire à gryphites de Bourgogne, ainsi que celui de M. Charbaut, semblerait bien devoir être rapporté à la partie inférieure du groupe des *marnes bigarrées* de M. Mérian: il en serait de même de notre terrain marneux à lumachelle, avec gypse et psammites impressionnés; mais nous n'avons rien observé qui nous paraisse analogue au *calcaire gris de fumée* des environs de

Bâle. Nous ne voyons également, dans l'ouvrage de M. Mérian, rien d'analogue à notre lumachelle, si remarquable par son union intime avec le terrain de psammite inférieur. Enfin il faut remarquer que le *grès ancien* de M. Mérian, qu'il classe comme *grès bigarré*, ne renferme jamais de coquilles, et qu'il est recouvert par les terrains calcaires en superposition *transgressive*; circonstances bien différentes de celles que le terrain de psammite nous a présentées en Bourgogne. Remarquons cependant aussi, comme circonstance d'analogie assez frappante, que les grains qui composent la roche du grès ancien de Bâle sont quelquefois réunis par un ciment de baryte sulfatée, et qu'un fait analogue a été observé par M. Hausmann dans le grès bigarré des environs de Gottingue; remarquons encore que plusieurs géologues indiquent des blocs nombreux, ou des couches subordonnées de grès extrêmement quarzeux et presque sans ciment visible, comme caractéristiques pour la formation du grès bigarré.

Mémoire de
M. Voltz.

M. Voltz, dans son mémoire sur les environs de Vic (1), considère les marnes indiquées par M. Charbaut au-dessous des calcaires à gryphites, comme correspondant à plusieurs formations de la géologie allemande. Il trouve les traces du *quadersandstein* dans les couches de grès ou psammites, subordonnées aux *marnes irisées* supérieures de M. Charbaut et aux *marnes bigarrées* de M. Mérian. Il rapporte les parties inférieures de ces *marnes irisées*, ainsi que le *calcaire gris de fumée* de Bâle, à la formation du *muschelkalk*,

(1) Notice géognostique sur les environs de Vic. (*Ann. des mines* de 1823, 2^e. livraison.)

laquelle lui paraît renfermer, en gîtes subordonnés, tous les gypses décrits par M. Charbaut; à moins que les terrains de *grès bigarrés* ne manquant totalement dans cette localité, les gypses du grès bigarré ne se trouvent aussi dans la série des *marnes gypseuses* de Lons-le-Saulnier, et immédiatement au-dessous du *muschelkalk*. M. Voltz fait connaître d'ailleurs qu'il a observé en Lorraine des passages par mélanges et par alternances, plusieurs fois répétés, entre les deux formations du *muschelkalk* et du *grès bigarré*. Il rapporte à ce dernier terrain le grès métallifère de Hargarten près de Sarrebrück, qui lui paraît identique avec les gîtes exploités au *Bleyberg* près de Cologne. M. Voltz, désignant sous le nom de *grès vosgien* le terrain arénacé qui forme la masse principale des montagnes des Vosges, paraît le considérer comme un terrain particulier, situé au-dessous du *grès bigarré* (avec lequel beaucoup de géologues le confondent aujourd'hui), et au-dessus du *tottliegende*, qui est lui-même superposé au *grès houiller* (1).

Les nombreux et intéressans renseignements

(1) J'extraits d'observations postérieures et inédites de M. Voltz (qu'il a bien voulu me communiquer) les indications suivantes:

Quand le *tottliegende* est superposé au *grès houiller*, et le *grès vosgien* au *tottliegende*, les stratifications sont concordantes, et le tout a l'apparence d'une seule formation composée de trois membres; quand, au contraire, le *grès vosgien* repose immédiatement sur le *terrain houiller*, il n'y a pas de liaison entre eux, et les stratifications ne concordent point.

Mais quand le *grès vosgien* repose immédiatement sur le terrain primitif, il y a souvent un *passage insensible du granite au grès*: on dirait que le granite, restant en place,

que renferme le mémoire de M. Voltz, relativement aux différentes formations qu'il a reconnues dans différentes parties de la Lorraine, me paraissent fournir peu de points de repère qui soient bien applicables aux terrains que je cherche à classer. On peut remarquer cependant : 1°. les petits corps organisés cylindriques striés que lui a présentés une des roches de son *quadersandstein*, et qui sont peut-être analogues aux zoophytes des psammites de Les Davrées et de Mémont; 2°. les bancs remplis de coquillages du *muschelkalk* de Vic, qu'on pourrait vouloir regarder comme analogues à la lumachelle de Bourgogne; 3°. le rapprochement des psammites métallifères de Hargarten, de ceux du Bleyberg, et leur classement dans le grès *bigarré*, auquel on pourrait être tenté, par cette raison, de rapporter nos psammites métallifères inférieurs; 4°. les rapports que M. Voltz a trouvés entre les couches calcaires inférieures du *muschelkalk* de Vic, et les *rauhstein* et *rauchwake* de M. Freiesles-

a été altéré et broyé pour devenir grès. Ce passage, qui n'a que quelques mètres d'épaisseur, devrait peut-être se rapporter au *todtliegende*; il renferme (comme les couches inférieures du grès *vosgien* superposé au *todtliegende*) des nodules de calcaire spathique avec agates.

Le grès *bigarré* a le grain plus fin, un ciment argileux bien plus abondant, rien de cristallin, point de ces galets de quartzite qui sont abondamment répandus dans tout le grès *vosgien*. Dans plusieurs localités, il est riche en impressions de *calamites* et même de *fougères*, ainsi qu'en *pectinites* et autres coquillages marins. Il ne forme point de montagnes élevées, n'est superposé ni aux terrains primordiaux ni au terrain houiller, et passe insensiblement au *muschelkalk* qui le recouvre; tandis que c'est sans concordance de stratification que le *muschelkalk* recouvre le grès *vosgien* quand il lui est immédiatement superposé.

ben, rapports qui nous ont également frappés pour la pâte calcaire de quelques arkoses.... Mais les terrains décrits par M. Voltz ne paraissent offrir d'ailleurs aucun des caractères de notre formation (1). En outre, on trouve, dans son *muschelkalk* et dans son *quadersandstein*, des couches oolithiques nombreuses, des silex, des minerais de fer en grains, des couches de houille, des infiltrations de *strontiane* sulfatée, toutes circonstances qui ne se présentent pas dans les terrains que nous examinons. Les fossiles indiqués par M. Voltz paraissent aussi être, au moins en partie, différens des nôtres.....

A la suite de cette indication, un peu détaillée, des documens que nous fournisent les auteurs des trois *monographies* les plus récentes qui soient à ma connaissance, relatives aux terrains jurassiques, je rappellerai brièvement les opinions de plusieurs autres géologues célèbres.

Werner plaçait les calcaires du Jura dans la position géognostique où l'on met aujourd'hui le *muschelkalkstein*, c'est-à-dire, au-dessus du second gypse des terrains secondaires et du grès *bigarré*.

Karsten désignait, au contraire, sous le nom de *Jurakalkstein* une ancienne formation de calcaire secondaire, qu'il regardait comme placée, dans la série générale, au-dessus du gypse secondaire ancien, mais au-dessous du grès *bigarré* et du second gypse (2).

(1) Il faut remarquer cependant les passages qui se présentent entre le granite et le grès *vosgien*, comme entre le granite et l'arkose. (Voyez la note des pages précédentes.)

(2) *Mineralogische Tabellen*, 2^e. édition. Berlin 1808, p. 82.

M. Freiesleben, dans un ouvrage (1) devient classique pour la détermination des formations secondaires anciennes, range le calcaire du Jura, sous le nom de *höhlenkalstein* (calcaire à cavernes), dans la division supérieure du plus ancien calcaire secondaire, c'est-à-dire à-peu-près à la même place que Karsten.

M. d'Aubuisson a indiqué brièvement une idée analogue dans le second volume de son *Traité de géognosie*.

On voit, dans l'ouvrage de M. Mérian (2), que M. de Buch, regardant le *grès ancien* des environs de Bâle comme de la formation du *totdliegende*, et désignant sous le nom de *calcaire à gryphites* l'ensemble des deux groupes du *calcaire gris de fumée* et des *marnes bigarrées*, rapporte ce calcaire à gryphites à l'*ancien calcaire secondaire* de la Thuringe, tandis que les deux groupes supérieurs de M. Mérian, auxquels seuls il donne le nom de *calcaire du Jura*, et qui, dans quelques parties de la Souabe, sont séparés des deux groupes précédens par un terrain de grès renfermant du gypse, lui paraissent de formation contemporaine ou même postérieure à celle du *muschelkalk*.

Dans l'opinion de M. Hausmann (3), le *grès ancien* de Bâle est le *grès bigarré*; les couches marneuses les plus inférieures du Jura correspondent aux marnes du *grès bigarré*; le *calcaire gris de fumée* est le *muschelkalk*, sur lequel re-

(1) *Geognostischer Beytrag zur Kenntniss des Kupferschiefer Gebirge*, t. 1, p. 16 et 17; t. 2, p. 94.

(2) *Uebersicht, etc.*, p. 110.

(3) Cette opinion a été exprimée par M. Hausmann dans une lettre qu'il a eu la bonté de m'adresser, en juin 1823. Depuis cette époque, M. Hausmann a publié (en décem-

posent immédiatement le *calcaire à gryphites* et l'*oolithe ancienne*. Au-dessus de ces terrains devrait se trouver le *quadersandstein*, qui manque dans le Jura, et qui serait recouvert par le *calcaire blanc et oolithique* supérieur, lequel constitue la masse principale de ces montagnes.

M. Boué (1) regarde aussi le *calcaire gris de fumée* de Bâle comme représentant le *muschelkalk*; mais il voit le *quadersandstein* représenté, dans le Jura, par les marnes légèrement sablonneuses qui contiennent des amas de gypse (circonstance qui paraît cependant nouvelle pour le *quadersandstein*), et c'est en conséquence au-dessus du *quadersandstein* qu'il reconnaît la place géognostique de tous les calcaires du Jura, et même du calcaire à gryphites avec lequel le *quadersandstein* lui a paru néanmoins alterner dans quelques localités de l'Allemagne.

Une opinion différente a été adoptée par la plupart des géologues anglais : MM. Buckland (2), Conybeare et Phillips (3) pensent que le calcaire à gryphites et les autres assises inférieures du Jura (qui représentent le *Lias* d'Angleterre) sont identiques avec le *muschelkalk*, et que le *quadersandstein*, supérieur à tous les calcaires du Jura,

bre 1824) un mémoire sur les terrains secondaires du bassin du Weser, que je regrette beaucoup de ne pas connaître.

(1) *Mémoire géologique sur l'Allemagne*, p. 72, 81, 82 et suiv. (inséré dans le *Journal de physique* de 1822).

(2) Voyez le mémoire de M. Buckland sur la structure géognostique des Alpes, comparée avec celle de l'Angleterre. (*Annals of philosophy*, juin 1821.)

(3) *Outlines of the geology of England and Wales*, by the Rev. W. D. Conybeare and William Phillips, pages 122 et 169. (Londres 1822.)

doit être classé géognostiquement entre les terrains jurassiques et la craie.

M. de Humboldt (1) reconnaît des analogies entre la position géognostique du *muschelkalk* d'Allemagne et celle du *Lias* d'Angleterre ; mais se fondant principalement sur les observations récentes de MM. de Schmitz et Boué, il regarde comme un fait constant que les calcaires du Jura (dont les couches inférieures sont analogues au *Lias*) reposent, en Allemagne, sur le *quadersandstein*, et qu'ils constituent par conséquent une formation distincte, postérieure à celle du *muschelkalk*.

M. Keferstein, dans le premier volume de son ouvrage périodique sur la géologie de l'Allemagne (2), avait indiqué aussi comme identiques le *muschelkalk* et le calcaire à gryphées ; mais, depuis, il a été conduit par des observations nouvelles à présenter ces deux terrains comme appartenant à deux formations distinctes, entre lesquelles il place une formation marneuse considérable, qui renferme des couches de grès ainsi que du gypse, et qui correspond aux terrains désignés sous les noms de *Keuper* dans le pays de Cobourg, de *Leberkies* dans le Wurtemberg, comme aux *marnes irisées* de M. Charbaut. Au-dessus du calcaire à gryphées, M. Keferstein indique un autre terrain de grès, qu'il nomme grès du *Lias* (*lias Sandstein*), qui alterne avec des couches marneuses de la même formation, et renferme du fer argileux et de la houille; puis le

(1) *Essai géognostique sur le gisement des roches*, par M. de Humboldt, p. 277, 279, 280 et suiv.

(2) *Deutschland geognostisch-geologisch dargestellt, etc.* von Ch. Keferstein, 1^{er} vol., 1^{re} livr., pag. 62, 95 et autres. (Weimar, 1821.)

véritable *quadersandstein* du nord de l'Allemagne, de la Bohême et de la Silésie ; puis le *calcaire du Jura*, oolithique, ou conchoïde, ou magnésien (*flötz Dolomit*), qui passe souvent à la craie tuffeau. Il pense que tous ces calcaires blancs du Jura appartiennent aux assises inférieures de la grande formation crayeuse (1).

Dans un aussi grand nombre de documens instructifs, nous ne trouvons aucune indication de terrains semblables aux terrains d'arkose et de lumachelle de Bourgogne, et presque aucun fait analogue à ceux qui caractérisent les mêmes terrains ; et en ce qui concerne la classification du calcaire à gryphées et des autres terrains du Jura, au milieu d'avis aussi différens, soutenus d'autorités aussi imposantes, il serait difficile de se former une opinion autre que celle qui s'appuierait sur des observations qu'on aurait faites soi-même.

Dans un *Aperçu géognostique des terrains*, imprimé en 1819, distinguant dans les calcaires du Jura plusieurs formations, j'ai indiqué ces formations, d'après les idées les plus généralement reçues à cette époque, comme devant probablement être rapportées, savoir : l'inférieure ou celle du calcaire à gryphites au *calcaire secondaire le plus ancien* ; la supérieure, ou celle du calcaire à couleurs pâles et à cassure conchoïde, au *mu-*

Incertitude de leur classification.

(1) *Ibid.*, 3^e vol., 1^{re} livr., pages 85, 89 et suivantes. (Weimar 1824.)

Cette classification se retrouve, développée et appuyée d'observations détaillées, dans deux mémoires de M. Keferstein, qui sont insérés dans la 2^e livr. du même vol. (Weimar 1825), ainsi que dans ses *Tabellen über die vergleichende Geognosie* (Halle 1825). Ces deux derniers ouvrages ne me sont parvenus que pendant l'impression de mon travail.

schelkalk, n'émettant aucune opinion sur la formation oolithique, indiquée comme intermédiaire aux deux autres. J'avais aussi exprimé, relativement au *quadersandstein*, une opinion semblable à celle qui a été émise depuis par MM. Buckland et Conybeare. Beaucoup d'observations plus récentes tendent à infirmer cette manière de voir, au moins en ce qui concerne les terrains calcaires, et malgré l'opinion de M. de Buch sur l'ancienneté de notre calcaire à *gryphées arquées*, presque tous les géologues regardent aujourd'hui ce terrain comme étant de beaucoup postérieur, dans l'ordre général, au calcaire à *gryphées épineuses* (1) de la Thuringe : pour les uns, ainsi qu'on vient de le voir, il est identique au *muschelkalk* ; pour les autres, il suit le *muschelkalk* immédiatement ; pour d'autres encore, il est même supérieur au *quadersandstein*. Cette dernière diversité d'opinions provient probablement de ce qu'on désigne comme *quadersandstein*, dans différentes localités, des terrains différens ; et en effet il paraît reconnu aujourd'hui par la plupart des géologues allemands qu'on a appliqué ce nom, depuis quelques années, à plusieurs formations arénacées, dont l'une, située au-dessus de la plupart des terrains jurassiques et immédiatement au-dessous de la craie, comprend, avec une partie des anciens *quadersandstein* de l'Allemagne, le *grès vert* et peut-être le *grès ferrugineux* des Anglais, le *tourtia* des mineurs flamands, etc., tandis que d'autres terrains de psammite et de grès, aussi indiqués comme

(1) Nous avons dit que cette *gryphée épineuse* était maintenant reconnue pour appartenir au genre *productus*.

quadersandstein, sont plus anciens, et intercalés à différentes hauteurs dans la série de formations calcaires qui comprend le *muschelkalk* et les terrains jurassiques. Peut-être même a-t-on, dans quelques localités, appliqué encore la même dénomination aux assises supérieures du *grès bigarré*.

Si nous voulons maintenant chercher à com-
parer les terrains de l'Auxois avec ceux qui ont
été décrits et classés, soit dans l'ouest de la France,
soit en Angleterre, nous serons arrêtés dès les
premiers pas, même pour les étages supé-
rieurs.

Comparai-
son avec les
terrains de
Normandie
et d'Angle-
terre.

En effet, notre calcaire à *entroques* (1) paraît
présenter beaucoup d'analogie avec le calcaire à
polypiers du Calvados, décrit par M. Hérault ; notre
calcaire blanc-jaunâtre *marneux* ressemble beau-
coup à certaines variétés du calcaire de Caen ;
mais la relation géognostique des deux terrains
de Bourgogne entre eux est contraire à celle que
l'on a reconnue aux deux terrains de Normandie,
et ceux-ci sont superposés à un terrain d'oolithe,
tandis qu'en Bourgogne l'oolithe est supérieure
aux deux autres. De plus, le calcaire à polypiers
de Normandie est présenté par plusieurs géolo-
gues (MM. Const. Prévost, de Humboldt, Boué)
comme analogue au *Coral Rag* des Anglais, et d'au-
tres (MM. Hérault et Élie de Beaumont) le con-
sidèrent comme représentant la *grande oolithe*,

Calcaires
blancs.

(1) Je rappellerai ici, seulement pour prévenir une confusion dans les dénominations, que le nom de calcaire à *entroques* a aussi été donné, dans différentes parties de l'Allemagne, 1°. à une couche du terrain de *zechstein* ; 2°. à des couches du terrain de *muschelkalk*. (*Essai géognostique*, etc., par M. de Humboldt, page 276.)

c'est-à-dire comme de beaucoup antérieur au *Corral Rag*.

Seconde formation marneuse.

Notre *seconde formation marneuse* correspond probablement aux *deux parties inférieures du calcaire oolithique* de M. Hérault, quoique avec des différences assez remarquables; mais si on la compare aux formations d'Angleterre, décrites dans l'ouvrage de MM. Conybeare et Philipps, on trouvera qu'indépendamment des couches argileuses et marneuses de l'*oolithe inférieure*, elle doit comprendre plusieurs des assises de la formation du *Lias*; et qu'ainsi une distinction fondée, dans le Jura, sur une différence essentielle dans la stratification, et se trouvant, en Bourgogne, en rapport constant avec la configuration du sol, ne s'est pas présentée en Angleterre à l'observation des géologues.

Calcaire à gryphées.

Notre *calcaire à gryphées arquées* se retrouve, en Normandie, différent encore dans plusieurs de ses couches de celui de l'Auxois. En Angleterre, il paraît constituer les *parties moyenne et inférieure de la formation du Lias*; mais, dans cette partie inférieure, sont probablement comprises aussi des couches analogues à celles des terrains de *marnes et lumachelle* de Bourgogne: telle est du moins l'induction que je puis tirer de deux ou trois échantillons de roches provenant d'*Austcliff* sur le bord de la Severn, en Gloucestershire, qui font partie de la belle collection donnée au cabinet de l'École royale des mines de Paris par MM. Brochant de Villiers, Dufrenoy et Élie de Beaumont, et qui sont classées comme appartenant aux assises inférieures du *Lias*. On assure que des roches analogues se retrouvent dans la même position autour des terrains intermédiaires des *Mendip-Hills* en Sommersetshire, où on les désigne sous le

Marnes et lumachelle.

nom de *Lias blanc* (1), ainsi que près de Whitby en Yorckshire.

Nous ne pouvons trouver aucun document pour notre recherche de classification, relativement au terrain d'*arkose*, qui n'a encore été (à ma connaissance) l'objet d'aucune description géognostique. On peut être tenté de rapporter à ce terrain la roche des environs de Quetehou, département de la Manche, décrite par M. Duhamel (2), mais sur le gisement de laquelle l'auteur ne donne pas de renseignements. On assure que des roches fort semblables à nos arkoses se présentent, dans le Cotentin, en couches subordonnées aux terrains de transition; on m'a aussi indiqué, comme assez analogue, une roche arénacée qui, aux environs d'Alençon, se montre seule entre le granite et les calcaires oolithiques. Une roche quarzeuse coquillière, provenant de la pente nord des Mendip-Hills, près de Harptree, présente quelque ressemblance avec certaines variétés de l'*arkose coquillier d'Avalon*; mais il ne paraît pas que les minéralogistes anglais se soient formé aucune opinion certaine sur la classification de cette roche, qui n'est, dit-on, recouverte par rien. Cependant, elle semble être indiquée comme *new-red-sandstone* dans la première des coupes générales de l'Angleterre, jointes à l'ouvrage de M. Conybeare, et l'on sait maintenant que le *new-red*

Arkose et psammité.

(1) Parmi les échantillons de roches de cette localité, que j'ai vus désignés sous ce nom de *Lias blanc*, aucun ne m'a paru semblable aux roches du terrain de lumachelle, tandis que plusieurs m'ont rappelé le *calcaire blanc-jaunâtre marneux* des formations supérieures de Bourgogne.

(2) *Essai sur la lithologie du département de la Manche.* (*Journal des mines*, n^o. 52, p. 272.)

sandstone des géologues anglais comprend les deux formations du *tottliegende* ou grès rouge ancien, et du *bunter sandstein* ou grès bigarré. D'un autre côté, M. Boué paraît regarder cette roche de Harptree comme appartenant au *quadersandstein* : je dois ajouter que le même savant indique, dans le *quadersandstein* d'Amberg et de Cobourg, des fossiles analogues à quelques-uns de ceux des psammites de l'Auxois (1), et que M. Élie de Beaumont a fait en Lorraine une observation semblable.

Résultats de
ces compa-
raisons.

On voit que de la plupart de ces comparaisons il ne résulte aucun fait positif qui puisse servir au classement précis de nos terrains, et que nous devons en revenir à considérer encore le *calcaire à gryphées* comme fournissant le point de repère le plus important, en raison de la constance de certains caractères qui peuvent servir à sa détermination dans les différentes parties de la France, comme en Angleterre et en Allemagne. Il reste donc d'abord à se former une opinion entre les opinions très-diverses qui ont été et sont encore émises relativement au calcaire à gryphées : l'observation des terrains des plaines de l'Auxois, considérés seuls (dont nous avons vu que le dépôt doit être regardé comme antérieur à la formation des vallées granitiques), conduirait probablement à adopter pour ce calcaire à gryphées le classement le plus ancien, d'après sa liaison intime avec les terrains de

(1) *Mémoire géologique sur l'Allemagne*, p. 79 et 81 (inséré dans le *Journal de physique* de 1822). — *Mémoire géologique sur le sud-ouest de la France*, p. 114 et suiv. (inséré dans les *Annales des sciences naturelles* de 1824).

psammites et d'arkose qu'il recouvre, terrains qu'on serait porté à regarder comme appartenant aux plus anciennes formations arénacées, en raison de la constance de leur superposition immédiate au granite, avec lequel ils présentent même souvent une apparence de liaison intime ; tandis qu'ailleurs on pourrait penser, au moins au premier aperçu, que des terrains analogues sont recouverts par des schistes marneux bitumineux, à empreintes de poissons et de fougères, qui rappellent les calcaires secondaires les plus anciens de la Thuringe.

Mais si l'on considère, d'un autre côté, la position géognostique, bien déterminée en Lorraine et dans le Jura, d'un calcaire à gryphées tout-à-fait semblable à celui de Bourgogne, on sera forcé de conclure, pour celui-ci comme pour les autres, à une époque de formation beaucoup plus moderne, conclusion qui en nécessitera une seconde à-peu-près semblable pour le terrain de lumachelle et de marnes argileuses, ainsi que pour celui de psammitte et d'arkose, où se présentent déjà les fossiles du calcaire à gryphées.

On pourrait, en conséquence, regarder notre lumachelle comme correspondant au *muschelkalk* des Allemands, et les terrains marneux et gypseux qui l'accompagnent, comme analogues aux terrains de même nature, qui sont connus en Allemagne, soit dans une position semblable par rapport au *muschelkalk*, soit entre le *muschelkalk* et le grès bigarré (1). Au grès bigarré, ou

Rapproch-
mens aux-
quels elles
conduisent.

(1) Dans plusieurs parties de l'Allemagne, ces terrains sont désignés sous le nom de *Keuper*; mais la place du *Keuper*, au-dessous ou au-dessus du *muschelkalk*, ne paraît

Leur
discussion.

peut-être au *grès vosgien* de M. Voltz (si remarquable par les passages au granite qu'il présente aussi); se rapporterait alors notre terrain de psammite et d'arkose. Cependant, on objectera peut-être que le grès bigarré ne renferme que peu ou point de coquilles, et que nous en trouvons beaucoup, en diverses localités, dans les psammites de l'Auxois : cette dernière circonstance pourrait porter à rapprocher nos psammites du *quadersandstein*, et par conséquent à classer comme moins ancien encore tout l'ensemble de nos terrains; mais la présence d'une formation gypseuse assez considérable au-dessus des psammites inférieurs ne semble pas permettre de faire, au moins d'une manière absolue, ce dernier rapprochement, qui nous laisserait, au reste, encore dans une grande incertitude, eu égard à l'incertitude qui règne dans la détermination des *quadersandstein*. Rappelons d'ailleurs que dans d'autres localités nombreuses ces psammites inférieurs paraissent entièrement dénués de coquilles, et que les fossiles qu'on regarde comme analogues à ceux d'un *quadersandstein* se présentent tantôt dans des couches subordonnées au terrain de marnes et de lumachelle et *au-dessus du gypse* (exemple, Mémont), tantôt dans des

pas encore déterminée d'une manière précise. M. Keferstein, qui a beaucoup étudié ces terrains depuis quelques années, pense qu'ils correspondent au *red mart* des Anglais; qu'ils comprennent la plupart des marnes rouges et bigarrées de l'Allemagne, qu'on a réunies à tort à la formation du *grès bigarré*; et que le *muschelkalk* peut être considéré comme un terrain calcaire subordonné à cette grande formation marneuse. (*Teutschland*, etc., t. 3, 2^e. livr., page 580; *Tabellen*, etc., page 24.)

couches qui, situées au-dessous de ce terrain marneux, lorsqu'il n'a qu'une faible épaisseur (exemple, Nam-sous-Thil), pourraient n'être pas inférieures à la formation entière, si elle avait pris tout son développement. De plus, les nouvelles observations de M. Voltz, confirmant l'assertion ancienne de M. Freiesleben, ont constaté l'existence de coquillages nombreux, sur-tout de *pectinites*, dans quelques parties du grès bigarré, et les *pecten* sont les fossiles les plus abondants des psammites de Bourgogne. En outre, le mélange de spath pesant et de plomb sulfuré, ainsi que la texture cristalline, se présentent bien ailleurs assez fréquemment dans le grès bigarré et dans les formations arénacées plus anciennes, mais non en général dans le *quadersandstein*: l'alternance des assises supérieures du grès bigarré avec les assises inférieures du *muschelkalk*, constatée récemment par MM. Voltz et Boué (1), et la liaison intime qui en résulte quelquefois entre ces deux formations, semblent encore nous offrir un rapprochement remarquable. Enfin nous avons vu que les circonstances qui accompagnent dans le Morvan la superposition de l'arkose au granite tendraient à faire regarder la formation de l'arkose comme bien ancienne, dans toutes les opinions qui n'attribueraient pas ces circonstances au résultat d'une action ignée.

En faisant abstraction de cette dernière considération, comme de toute idée hypothétique ou

Conclusion
la plus
vraisemblable.

(1) *Essai sur le gisement des roches*, par M. de Humboldt, p. 249 et 275. — *Mémoire géologique sur l'Allemagne*, par M. Boué, p. 65. — *Notice sur la géognosie des environs de Vic*, par M. Voltz : *Annales des mines* de 1823, p. 247.

théorique sur le mode de formation des roches, en rapprochant et en comparant tous les faits exposés ci-dessus, l'opinion qui présenterait en sa faveur le plus de probabilité me paraît être celle dans laquelle on regarderait les terrains d'arkose ou psammite, et de lumachelle et marnes argileuses, comme représentant, en quelque sorte par extrait, et le grès *vosgien*, et les deux formations désignées en Allemagne sous les noms de *bunter sandstein* (grès bigarré) et de *muschelkalk* (calcaire de Gottingue), peut-être même aussi l'un des *quadersandstein* (1). Il résulterait de ce rapprochement, si son exactitude était constatée, la preuve d'une liaison intime de ces diverses formations entre elles, comme avec celle du calcaire à *gryphées arquées* ou du *Lias*, caractérisé sur-tout par l'abondance d'une coquille qui se présente déjà, en Bourgogne, dans les assises les plus inférieures de tout cet ensemble.

Je ne présente, au reste, cette conclusion que comme une conjecture, sans me dissimuler les difficultés que son adoption peut présenter: mais je crois, dans tous les cas, que les terrains qui ont fait l'objet principal de cette notice méritent, malgré leur faible épaisseur, d'être étudiés par les géologues; et d'autant plus qu'une formation identique me paraît se retrouver presque tout autour du plateau primordial du centre de la France, et qu'indépendamment des singula-

Étendue probable du terrain d'arkose.

(1) Ce rapprochement éprouvera quelques modifications, si les idées, émises en dernier lieu par M. Keferstein, sont reconnues généralement applicables à la classification de l'ensemble des terrains secondaires supérieurs.

rités que présentent soit les circonstances de sa superposition au granite, soit celles de son gisement en général, comme seule entre le granite et les terrains jurassiques, elle peut offrir un assez grand intérêt économique, étant presque constamment métallifère. J'ai dit que je l'avais reconnue dans le département de la Nièvre, et qu'on y avait exploité, à Chitry, des mines abondantes de plomb et d'argent. Les psammites des *Ecouchets*, département de Saône-et-Loire, qui renferment le chrome oxidé, semblent présenter les mêmes relations de gisement. J'ai lieu de penser que cette formation s'étend plus loin dans le midi de la Bourgogne, et la localité de Châteauneuf, que M. Cordier a citée comme exemple de *superposition à jonction confuse* du calcaire sur le granite (1), appartient probablement à des terrains semblables. Le terrain métallifère qu'on explore aujourd'hui dans les départements des Deux-Sèvres, de la Vienne et de la Charente, et sur lequel j'ai publié une courte notice (2), est dans une position analogue, et les roches plombifères de Melle, de Sanxais, d'Aloué et des Chéronies, ont les plus grands rapports avec celles de Chitry et d'Avalon. Cette formation me semble se prolonger jusque dans le département de la Dordogne, sur la lisière du terrain granitique des environs de Nontron, où elle renferme encore en abondance spath pe-

(1) *Mémoire sur les substances minérales dites en masse* qui entrent dans la composition des roches volcaniques, p. 34 (inséré dans le *Journal de physique* de 1815).

(2) *Bulletin des sciences par la Société philomatique de Paris*, avril 1822. — *Annales des mines*, 1822, p. 491.

sant et galène (1). Peut-être même les gîtes de manganèse de la même contrée, qui sont regardés comme appartenant à un terrain d'alluvion, mais qu'on ne trouve que sur la limite du granite et du calcaire secondaire, dépendraient-ils encore de cette formation immédiatement ou médiatement, et de la même manière que ceux des gîtes de plomb des environs de Confolens (Charente), qui se présentent aussi en rognons dans une argile creuse. Enfin, on sait que beaucoup de gîtes de minerais abondans sont exploités en divers pays, dans des roches arénacées, qu'on désigne sous le nom général de *grès*, dont les relations géognostiques n'ont pas encore été bien déterminées, mais qui semblent souvent être immédiatement superposées aux terrains primordiaux; et notre terrain arénacé métallifère de Bourgogne n'est peut-être qu'un membre de cette grande famille.

Peut-être aussi des singularités géognostiques plus ou moins analogues à celles que ce terrain nous a offertes se présenteront-elles à l'observation, dans les contrées où les formations supérieures de la série générale des terrains secondaires se trouvent en contact immédiat avec d'anciens terrains cristallins.

(1) D'après une observation inédite de M. Gardien, ingénieur des mines, qu'il a eu la bonté de me communiquer en 1824, une roche quarzeuse, d'apparence toute cristalline et souvent porphyrique, mais prenant quelquefois par l'altération la texture grenue, et montrant alors, quoique très-rarement, des indices de coquilles, est immédiatement superposée au granite des environs de Nontron, et renferme une multitude de petits filons de baryte sulfatée et de plomb sulfuré.

GISEMENT

Des minerais de zinc en Angleterre;

Par M. DUFRÉNOY, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Les minerais de zinc se trouvent en Angleterre dans deux gisemens différens, analogues à ceux dans lesquels on les exploite soit en France, soit en Belgique et en Silésie.

Le premier est en filons dans le calcaire de transition le plus moderne, c'est-à-dire dans celui qui précède immédiatement le terrain houiller, et dans lequel cette dernière formation se prolonge ainsi qu'on le voit aux environs d'Alston-Moor dans le Cumberland. Ce rapport, qui paraît exister entre le terrain houiller et le calcaire qui lui est inférieur, l'a fait appeler par les Anglais *calcaire carbonifère*. Il a reçu également le nom de *calcaire de montagne* (*mountain limestone*) et de *calcaire métallifère*.

La blende et la calamine accompagnent le plus ordinairement les nombreux filons de galène qui traversent ce calcaire; il s'en faut cependant beaucoup que dans toutes les mines où l'on exploite du plomb il se trouve de la calamine; dans quelques cas, au contraire, il existe des filons qui ne contiennent que de la calamine: à Matlock, par exemple, il y en a un de cette nature, qui fournit une assez grande quantité de ce minerai.

Dans presque tous les points de l'Angleterre où le calcaire métallifère existe, on voit des exploitations de plomb et de calamine. Les environs d'Alston-Moor dans le Cumberland, de Castleten et de Matlock dans le Derbyshire, et la petite bande métallifère du Flintshire (pays de Galles) sont sur-tout remarquables par l'abondance et la richesse de leurs mines. Sur la côte nord de ce dernier comté, la calamine se trouve dans le riche filon de plomb exploité à Holywel. Son extraction n'est qu'accessoire à celui du plomb, ainsi que dans presque toutes les autres localités que nous avons citées; mais la calamine présente ici une particularité singulière, c'est qu'elle se trouve dans les ramifications du filon qui marchent de l'est à l'ouest et jamais dans celles qui se dirigent au nord-sud; tandis que la blende, qui abonde dans cette mine, se trouve indifféremment dans toutes les directions.

Les mines de Pont-Péan et de Poullaouën en Bretagne, celles de Pierre-Ville dans le département de la Manche, nous offrent un gisement semblable de la blende. Ce minerai accompagne dans ces diverses localités des filons de galène qui existent dans un terrain assez analogue au calcaire métallifère des Anglais: seulement, en Bretagne, on n'a jusqu'ici reconnu que les couches de grès de cette formation; mais leur position, et les productions qu'elles renferment, ne laissent presque aucun doute sur son rapprochement avec le calcaire métallifère.

Le second gisement de la calamine est dans la formation du *calcaire magnésien* des Anglais, qui correspond assez exactement avec le *calcaire alpin* des géologues français, et le *zechstein* des Al-

lemands. La calamine y est disséminée en petits filons contemporains, qui courent dans toutes les directions et semblent y former un réseau; ces petits filons se réunissent dans tous les sens, leurs dimensions sont très-variables. Ordinairement ils n'ont que quelques pouces de puissance; mais, dans certains cas, ils atteignent jusqu'à 4 pieds: c'est sur-tout à la réunion de plusieurs de ces petits filons que l'on observe ces renflemens.

On trouve également de la galène dans ces petits filons, mais elle est rarement assez abondante pour être susceptible d'être exploitée; il paraît cependant qu'autrefois on a retiré une grande quantité de plomb de ce genre de gisement.

Les exploitations de calamine de cette formation sont situées principalement sur les flancs de Mendips-Hill, chaîne qui s'étend dans une direction nord-ouest-sud-est, depuis le canal de Bristol jusqu'à Frome.

Le calcaire magnésien proprement dit est assez rare dans cette chaîne; il y est remplacé par le conglomérat magnésien, qui recouvre immédiatement le terrain de calcaire métallifère, et le vieux grès rouge qui constitue le noyau de Mendips-Hill et qui forme autour de la montagne comme une ceinture plus ou moins épaisse. Ce conglomérat est ordinairement recouvert par la *marne rouge* et par le *lias* (*calcaire à gryphites*): quelquefois il n'est pas recouvert, de façon qu'on pourrait le croire d'une formation beaucoup plus moderne. Il est composé de fragmens de dimensions différentes de roche des montagnes voisines, principalement de calcaire métallifère et de vieux grès rouge, reliés par le ciment de calcaire magné-

sien. Dans quelques endroits, ce ciment est tellement dominant, que la roche paraît être un véritable calcaire magnésien.

Ce conglomérat est très-remarquable par la grande quantité de petites cavités qu'il présente, et qui varient d'une demi-ligne à quelques lignes en diamètre. Ces cavités sont remplies de calcaire soit concrétionné, soit cristallisé en dents de cochon; elles renferment accidentellement de la strontiane et de la calamine. Cette dernière substance remplace quelquefois les cristaux de chaux carbonatée et forme une pseudo-morphose.

Outre ces petites cavités, il existe aussi dans cette formation des cavernes assez considérables, dues sans doute à des amas de sable qui auront été enlevés postérieurement par l'action des eaux. On trouve dans toutes ces cavités des matières terreuses d'un gris jaunâtre, qui ressemblent assez à ce que les Allemands appellent *asche*, circonstance qui tend à rapprocher encore ce calcaire et le zechstein.

La calamine existe en plus ou moins grande abondance sur toute la circonférence des collines de Mendips-Hill; mais c'est sur-tout dans les paroisses de Phipham et de Roborough, ainsi que près de Rickford et de Broadfield-Doron, que ce minéral est exploité, au moyen d'une infinité de petits puits. Par-tout des déblais annoncent la multiplicité de ces exploitations ouvertes par les habitants du pays. Les extracteurs paient, pour droit d'exploiter, une taxe d'une livre sterling (25 fr.) par an aux lords de la trésorerie. Les minerais, mélangés d'une quantité assez considérable de chaux carbonatée, sont vendus une livre par tonneau à Phipham, après un lavage grossier au crible. Ils

sont expédiés de là à Bristol, où ils subissent un nouveau lavage, qui en sépare la galène. Ce travail est fait par des ouvriers laveurs, qui retirent leur salaire de la vente de ce minéral.

Ce gisement de la calamine répond à celui de Tarnowitz en Silésie, et probablement à celui de Combecave près Figeac; dans ces deux localités, le minéral est desséminé en veines contemporaines au terrain, et la galène qui y est exploitée est un rapprochement de plus entre le calcaire alpin et celui de Mendips-Hill.

Il correspond probablement aussi à l'immense dépôt de calamine de la Belgique. Dans presque toutes les cavités où la calamine existe dans ce pays, notamment aux environs de Stolberg, elle est accompagnée de galène. La calamine est disséminée en rognons, en boules concrétionnées, et forme dans l'argile qui remplit ces cavités de petites veines qui se ramifient dans tous les sens. Souvent cette argile renferme des galets de roches environnantes, et il se pourrait qu'elle remplaçât ici les parties terreuses (*asche*) si abondantes dans le zechstein, et même dans le calcaire magnésien de Sunderland; il serait intéressant de s'assurer de la nature de cette argile.

FUSION DES MINÉRAIS DE ZINC

EN ANGLETERRE ;

Par M. E. MOSSELMAN.

La plupart des usines où l'on prépare le zinc sont situées dans les environs de Birmingham et de Bristol; la fabrication du cuivre jaune, qui est principalement et depuis long-temps en activité

dans ces deux villes, est probablement la cause de l'introduction de cette industrie à l'époque où l'on commença à faire le laiton par l'alliage direct du zinc métallique, en remplacement de la calamine. On voit aussi quelques fours à zinc, aux environs de Sheffield sur les exploitations de houille qui avoisinent cette ville.

Les usines de Bristol et de Birmingham sont alimentées principalement par les exploitations de Mendips et par celles du Fintshire. Les fourneaux de Sheffield tirent leur calamine des terrains métallifères d'Alston-Moor dans le Cumberland.

Grillage de
la calamine.

La calamine dont on a séparé la galène par le triage est calcinée avant d'être mise dans les fours de réduction; cette opération se fait dans des fours à réverbère d'environ 10 pieds de longueur sur 8 de largeur; le minerai, grossièrement concassé, est placé sur l'aire du fourneau par couches d'environ 6 pouces. Dans quelques usines, on ne la calcine pas, et la calamine, cassée à la grosseur d'un œuf de pigeon, est mélangée avec partie égale en volume de houille menue.

Réduction
de la cala-
mine.

Les fours de réduction sont rectangulaires ou ronds; ils renferment 6 ou 8 pots. Les fours circulaires sont ceux qui présentent le plus d'avantage pour la facilité du travail; ils ne contiennent ordinairement que six pots; ainsi qu'il est figuré dans le plan ci-joint. Les pots y sont introduits en démolissant les petits murs *aa*; ceux que l'on remplace pendant que le four est en activité sont préalablement chauffés dans un four pour cet usage: ce four est composé d'une aire, sur laquelle est placé le creuset ou pot, et de chaque côté il y a un petit foyer; le transport et le placement se

font au moyen d'une pince montée sur deux roues en fer, représentée *fig. 4*. Les pots sont faits en argile; ils sont percés à leur partie inférieure d'un trou, par lequel le zinc coule dans le condenseur. Pour les charger, on commence par boucher le trou inférieur, au moyen d'une pièce de bois convenable, et dont le charbon empêche le mélange, que l'on introduit par la partie supérieure, de s'écouler.

On laisse le trou du couvercle ouvert pendant environ deux heures après la charge; jusqu'à ce que la couleur bleue de la flamme indique un commencement de réduction. A cette époque, on le ferme avec un plateau d'argile réfractaire; on place les tuyaux de tôle à la suite des condenseurs, et au-dessous des vases de même matière destinés à recevoir le métal; quelquefois, ces vases sont remplis d'eau, pour empêcher le zinc qui tombe de jaillir au dehors. Pendant toute la durée de la réduction d'une charge, le seul soin des ouvriers est d'alimenter le feu, et de déboucher les condenseurs, qui sont quelquefois engorgés par le zinc, qui s'y amasse en trop grande abondance; ils le font en déterminant la fusion du métal, au moyen d'une tige recourbée de fer rouge qu'ils introduisent par la partie inférieure.

Le zinc recueilli dans cette opération est sous forme de gouttes et de poudre très-fine, mélangées d'oxide; on le fond dans une chaudière en fer, placée sur un fourneau disposé pour cela, l'oxide s'écume à la surface pour être remis dans les pots, et le métal est coulé dans des lingotières.

Pour décharger les creusets à la fin de chaque opération, on retire le condenseur; l'ouvrier brise alors, avec un ringard le charbon qui bouche le

fond du creuset, et le résidu tombe; il achève de vider en agitant par la partie supérieure. Pour replacer le condenseur, on met une petite bande d'argile humide sur le rebord, qu'il porte à sa partie supérieure, et on le serre contre le fond du creuset, au moyen des petites tiges indiquées dans la figure.

Trois hommes sont employés pour le travail d'un four, un chef et deux manœuvres; ils fabriquent eux-mêmes les pots avec un mélange de parties égales d'argile réfractaire crue et d'argile calcinée, provenant des débris des vieux pots: la durée moyenne de ces pots dans le four de réduction est de quatre mois.

On fait cinq charges en quinze jours: la consommation pour ces cinq charges est de six à dix tonneaux de calamine (environ 6000 à 10,000 kilogrammes), et de vingt-deux à vingt-quatre tonneaux de charbon (environ 22,000 à 24,000 kilogrammes). Le produit en zinc est de deux tonneaux environ.

On peut donc calculer à-peu-près de la manière suivante le coût du tonneau de zinc à Bristol.

3 tonneaux calamine, à 6 ^{l.}	18 ^{l.}	45of.
24 tonneaux charbon, à 5 ^{sh.}	6 ^{l.}	15of.
Un chef ouvrier, à 6 ^{sh.} pendant 7		
jours.	21	2 ^{sh.} 52f. 50c.
Deux manœuvres, à 4 ^{sh.}	2 ^{l.} 16 ^{sh.}	7of. 50c.
Frais divers.	1 ^{l.}	25f.

Coût du tonneau de zinc à Bristol. 29^{l.} 15^{sh.} 747f. 50c.

La calamine d'Alston-Moor employée à Scheffield est moins riche; elle produit au plus 25 pour 100 de zinc. Le charbon coûte 5^{s.} 8^{p.} par tonneau, et la calamine rendue sur place revient à 5^{l.}: d'après

cela, le zinc reviendrait à 32^{l.} 14^{s.}, ou 817 francs 50 centimes le tonneau.

Ces prix sont ceux que coûte le zinc au fabricant; il est vendu aux consommateurs 40 à 44^{l.} (de 1000 à 1100 francs).

Le zinc étranger vaut en entrepôt, à Londres, 20 à 24^{l.} (500 à 600 fr.). Cette énorme différence vient en partie du prix élevé de la calamine: on a lieu, d'après cela, de s'étonner que cette matière soit frappée d'un droit de 20 pour 100 de sa valeur à l'entrée.

En Angleterre, on fabrique aussi du zinc avec la blende. Ce minéral, lavé et cassé en morceaux de la grosseur d'une noisette, se vend à Holywell, sur la mine, 5^{l.} le tonneau, ou environ 75 fr. les 2030 livres, moitié prix de la calamine.

Elle est grillée, sans autre préparation, dans des fours à réverbère. Ces fours ont environ 8 pieds de largeur sur 10 de longueur; la distance de la voûte à la sole est de 30 pouces, la hauteur de l'autel de 18 pouces.

La couche de blende a environ 4 à 5 pouces d'épaisseur: on l'agite presque continuellement.

La consommation de houille est de 4 tonneaux pour un de blende grillée. Le déchet est de 20 pour 100. L'opération dure 10 à 12 heures.

Le mélange pour la réduction de l'oxide se compose d'un quart de blende grillée, d'un quart de calamine calcinée, et d'une demie de charbon. Il donne communément 30 pour 100 de zinc.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE IX.

Fig 1. Coupe verticale du fourneau, passant par son axe. Ce fourneau est circulaire; il est enveloppé par un cône, qui lui sert de cheminée; des trous *dd* pratiqués à la partie supérieure de la voûte, qui est en forme de dôme, permettent à la fumée de se rendre dans la cheminée: c'est par ces trous

Emploi de
la blende.

qu'on remplit les creusets; ils restent constamment ouverts, et ne sont jamais fermés tous à-la-fois. L'ouvrier peut, par leur moyen, diriger le feu dans une partie quelconque du fourneau.

La cheminée conique, qui enveloppe tout le four, est percée de portes correspondant aux creusets.

a, a, Petits murs que l'on détruit à volonté pour faire entrer ou sortir les pots; ils sont composés de briques, percées d'un trou, qui permet, en y introduisant une tige de fer, de les enlever commodément étant encore chaudes.

b, Porte du four qui se ferme avec une brique.

c, Cendrier dans lequel l'ouvrier peut entrer pour nettoyer les grilles.

e, e, e, Conduits dans l'étage inférieur, correspondant aux creusets dans l'étage supérieur.

g, g, Bassins de réception en tôle, dans lesquels se rend le zinc.

h, Tube cylindrique en tôle, qui s'adapte au condenseur, et conduit le zinc dans le bassin de réception.

i, Condenseur: c'est un tuyau de tôle légèrement conique, portant à sa partie supérieure un petit rebord, par lequel il s'applique sur le creuset. Pour l'y fixer, on étend sur ce rebord un boudin d'argile et on le presse fortement contre le creuset, et afin de le maintenir dans cette position, on a deux tringles en fer *kk*, qui sont fixées dans la partie inférieure du condenseur par un bouton, et qui passent dans une petite pièce en fer *m* scellée dans le mur; on presse les tringles avec une vis de pression *n*. La *fig. 3*, dans laquelle on a représenté la coupe verticale du creuset, montre en détail la disposition de cet appareil, qui sert à serrer le condenseur contre le fond du creuset.

1, 2, Niveau de l'étage supérieur.

3, 4, Niveau du plafond inférieur.

5, 6, Niveau de l'étage inférieur.

Fig. 2. Plan au niveau de 1, 2: on n'a représenté que la moitié du plan.

Fig. 3. Coupe verticale d'un creuset, et de l'appareil qui sert à serrer le condenseur contre le creuset.

Fig. 4. Pincés à roues pour le transport des creusets chauds.

Fig. 5. Plan au niveau de 3, 4.

ESSAI CHIMIQUE

SUR

LES RÉACTIONS FOUROYANTES,

Par C.-J. BRIANCHON, Capitaine d'artillerie. (Extrait.)

Les mixtes *fulminans* sont ceux qui, chauffés à l'air libre, se dissipent avec bruit.

L'hypothèse de Berthollet sur la cause des fulminans ne rend pas compte de toutes les circonstances qui accompagnent ces phénomènes. Tel est le motif qui nous a porté à faire des recherches sur un sujet qui intéresse à-la-fois la physique, l'artillerie et l'art des mines. Ces recherches nous ont suggéré une théorie nouvelle, qui cadre avec les faits: nous allons d'abord l'exposer, puis nous étudierons des exemples choisis; savoir, l'or fulminant, le cyanate d'argent, la poudre fulminante; enfin nous proposerons, pour cette dernière substance, un emploi particulier, utile à l'art militaire et à l'art des mines.

Notion nouvelle de la fulmination. Dans l'histoire de chacun des mixtes fulminans, nous constaterons les résultats d'expériences que voici: 1^o. dans leur effet sur une surface plane, les mixtes fulminans développent une force principale, qui agit dans le sens de la gravité; 2^o. lorsqu'une petite quantité de mixte fulminant est renfermée dans un grand vase de verre clos, celui-ci supporte sans se rompre une chaleur

capable d'opérer la réaction du mixte, tandis qu'il se brise toutes les fois qu'il peut donner entrée à l'air extérieur; 3°. tout mixte fulminant contient de l'oxygène; 4°. les produits stables qui tendent à se former par l'action de la chaleur sur le mixte fulminant exigent plus d'oxygène que n'en contient celui-ci.

De ces faits nous tirons cette conséquence générale : « La fulmination ne procède pas d'une simple expansion de gaz ou de vapeurs; il se produit en outre, dans ces réactions foudroyantes, une vive succion d'oxygène, exercée par le mixte sur l'atmosphère ambiante. » On voit ainsi d'où naît l'effort descendant que manifestent les mixtions fulminantes lorsqu'elles sont chauffées à l'air libre : au moment où la chaleur appliquée rompt l'association actuelle des principes du mixte pour en établir une autre éminemment stable, il arrive que, pour le constituer, cet ordre final de combinaisons éprouve un défaut partiel d'oxygène; alors, par l'énergie même avec laquelle les produits tendent à se former et par le mouvement déjà imprimé vers cette formation, le mixte enlève brusquement à l'atmosphère tout l'oxygène dont il a besoin; les colonnes d'air se précipitent donc sur le support et le choquent violemment. La quantité d'oxygène déjà existante dans le mixte joue un rôle essentiel dans la fulmination : elle sert d'amorce; elle commence le mouvement, et détermine l'appel des colonnes d'air.

De l'or fulminant. L'or fulminant, désigné par Berthollet sous le nom d'*orate d'ammoniaque*, est une poudre jaunâtre formée de la combinaison du peroxide d'or avec l'ammoniaque. Ce

mixte est insoluble, l'eau bouillante ne l'altère point. Lorsqu'il est chauffé progressivement à l'air libre jusqu'à la température d'environ 200°, il fulmine violemment.

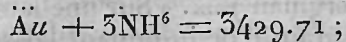
Crollius, Lémery, et beaucoup d'autres praticiens, reconnaissent dans l'effet de l'or fulminant une action dépressive que ne produit point la poudre à tirer. Aux expériences qu'ils apportent nous ajouterons les suivantes : « Dix ou douze grains d'or fulminant, posés sur une lame de métal, la *percent et la brisent* pendant la fulmination; une moindre quantité y fait un creux; en la diminuant encore, la surface est seulement attaquée, ce qui n'arrive jamais avec la poudre à canon, quoiqu'en quantité beaucoup plus considérable. » (Bergman)..... « Sur une lame d'argent, un demi-grain d'or fulminant laisse après l'explosion une cavité propre à recevoir un pois. » (Sage.)

Ces expériences montrent que l'or fulminant possède à l'air libre une énergie destructive considérable. Faisons voir maintenant le peu d'effet qu'il produit en vase clos : « J'ai rempli d'eau bouillie une petite cornue de verre, dans laquelle j'avais mis de l'or fulminant; j'ai distillé cette eau à l'appareil pneumatique; lorsque la cornue s'est trouvée sèche, l'or fulminant a détonné pour la plus grande partie, et quoiqu'il y en eût sept grains, la cornue n'a pas éclaté. » (Berthollet) (1).... « L'or fulminant enfermé dans des vases de métal bien fermés et suffisamment solides, se réduit sans bruit et sans laisser aucune

(1) Des faits analogues sont rapportés par Scheele, *Traité chimique de l'air et du feu*, p. 200.

trace d'explosion. La Société royale de Londres a fait faire à ce sujet plusieurs expériences de comparaison : on mit pareille quantité de poudre à canon et d'or fulminant dans des globes de fer, qui furent ensuite placés sur des charbons ardents ; celui qui contenait la poudre éclata avec violence, l'autre resta entier et sans faire aucune explosion. Il en arriva de même lorsqu'on se servit de globes d'acier. » (Bergman.)

On sait préparer l'or fulminant par diverses méthodes, où tout le métal employé passe dans le mixte, et les chimistes (1) ont constaté que trois parties d'or pur rendent quatre parties et une petite fraction d'or fulminant sec : ce mixte a donc pour expression atomique



c'est-à-dire que l'or fulminant se compose d'un atome de tritoxide d'or et de trois atomes d'ammoniaque (2). Les produits éminemment stables

(1) Kunckel, Lémery, Deidier, Scheele, Beaumé, Richter, M. Proust.

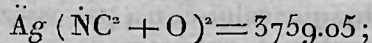
(2) L'eau régale dissout fort vite un mélange dosé de muriate d'ammoniaque et d'or pur ; la dissolution, évaporée convenablement, donne des cristaux colorés homogènes, qui ne peuvent être qu'un muriate double à bases d'or et d'ammoniaque (puisque le simple muriate métallique ne cristallise point), et comme l'eau de potasse, versée en quantité suffisante, décolore entièrement cette même dissolution et la convertit en muriate de potasse, qui reste dans la liqueur, et en orate d'ammoniaque, qui se précipite ; que d'ailleurs ce dernier sel est composé d'un atome de tritoxide d'or et de trois atomes d'ammoniaque, il faut en conclure que le sel double cristallin, qu'elle donnait par l'évaporation, renferme un atome de tritoxidomuriate d'or $\text{Au}^3 \text{M}^3$ et trois atomes de muriate d'ammoniaque $3\text{N} \text{H}^6 \text{M}$.

qui tendent à se former dans la fulmination de l'orate d'ammoniaque sont évidemment : un atome d'or réduit à l'état métallique Au ; trois atomes de gaz azote, 3N , et neuf atomes de vapeur d'eau $9\text{H}^2\text{O}$: or on voit, par la composition même du mixte, que celui-ci n'a pas assez d'oxygène pour constituer entièrement ce dernier produit ; il lui en manque six atomes, qu'il soustrait brusquement de l'atmosphère : de là naît l'énergie fulminante.

Berthollet supposait que l'orate d'ammoniaque et généralement tous les oxides ammoniacaux fulminans ne contenaient que la quantité d'hydrogène nécessaire pour saturer tout l'oxygène de l'oxide, et il attribuait les grands effets de la fulmination au dégagement de l'azote, et sur-tout à l'expansion de la vapeur d'eau. Nombre d'objections tendent à ruiner cette doctrine. Par exemple, comment accorder cette constitution hypothétique de l'orate d'ammoniaque avec le résultat d'expériences que nous avons empruntées de Kunckel, Lémery....? Comment résoudre la contradiction manifeste à laquelle Berthollet lui-même fut conduit, lorsque, d'après son hypothèse sur la nature de l'or fulminant, il voulut conclure la quantité d'hydrogène renfermée dans l'ammoniaque? Comment admettre qu'une émission de fluides élastiques, telle rapide qu'elle soit, puisse, à l'air libre et sur une surface plane, causer les effets destructeurs que nous avons rapportés? Enfin, comment expliquer l'amortissement que subit l'énergie fulminante dans les vases clos?

Du cyanate d'argent. Ce sel fulminant se prépare en faisant agir l'alcool sur une solution de

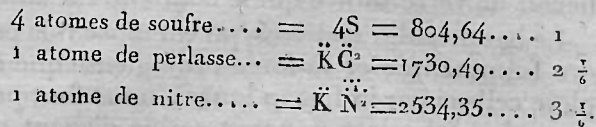
nitrate d'argent avec excès d'acide. Suivant MM. Gay-Lussac et Liebig, le cyanate d'argent contient 0,772 d'oxide métallique, et l'acide cyanique se compose d'une paire d'atomes de cyano-gène et d'oxigène. Le sel a donc pour expression



ce qui le classe parmi les combinaisons neutres à base d'argent, et montre qu'il ne renferme pas assez d'oxigène pour convertir tout son carbone en acide carbonique (qui est une combinaison plus stable que le gaz oxide).

Six centig. de cyanate d'argent mis dans un fort verre de montre ont été chauffés graduellement, bientôt la fulmination s'est fait entendre; une petite flamme s'est manifestée, et le verre s'est précipité en éclats dans le brasier... Douze centigrammes du même cyanate ont été mis dans une cornue de verre de six litres, dont on a plongé le bec dans l'eau après l'avoir suspendue en l'air avec des cordons, afin qu'elle pût osciller librement sans éprouver de contre-coups. Ces dispositions faites, on a chauffé la panse à l'endroit où se trouvait rassemblée la matière cristalline. Au bout de quelques minutes, la réaction chimique s'est opérée sans bruit, bien qu'elle fût vive, à en juger, soit par la grande quantité de lumière qui s'est développée, soit par les bulles nombreuses qui se sont en même temps dégagées sous l'eau. La cornue a très-bien résisté, et quoique le fond n'eût guère que l'épaisseur d'un fort verre de montre, elle s'est conservée intacte et sans fêlures. L'intérieur s'est trouvé enduit d'une couche d'argent qu'il a été facile d'enlever par l'acide nitrique.

De la poudre fulminante. La poudre fulminante est un mélange d'une partie de soufre, 2 de perlasse (1) et 3 de nitre. Ce dosage d'expérience, propre au maximum d'énergie destructive, est enseigné par tous les auteurs, depuis Lémery; il répond à cette proportion atomique:



Les trois facteurs, soufre, perlasse, nitre, sont écrits ici dans l'ordre de leur fusibilité: donc, les deux premiers réagissent d'abord l'un sur l'autre pour former de l'hépar, qui, par l'effet gradué de la chaleur, réagit à son tour sur le nitre: or, on sait que dans cette formation d'hépar l'acide carbonique $\ddot{\text{C}}$ est entièrement et progressivement expulsé; conséquemment cet acide ne joue aucun rôle dans la fulmination, et les produits éminemment stables qui tendent finalement à se constituer par la fusion totale des trois facteurs, sont deux atomes de gaz azote $2\ddot{\text{N}}$, et deux atomes de sulfate de potasse $2\ddot{\text{K}}\ddot{\text{S}}$: celui-ci, pour se compléter, ne trouve pas assez d'oxigène dans le nitre; alors, le complément nécessaire, consistant en 2 atomes d'oxigène, est brusquement soutiré de l'atmosphère.

Lémery, Fourcroy, Thomson, Ure, et tous les physiciens qui ont observé l'effet de la poudre fulminante, reconnaissent que souvent, sur une surface plane ou peu courbée, elle porte son ac-

(1) Sous-carbonate de potassé sec.

tion vers le bas, et tend simplement à précipiter le support. Salucas a démontré par expérience que ce mixte, qui fulmine si violemment au contact de l'atmosphère, et qui perce la capsule métallique employée comme support, ne fait aucun bruit dans le vide, et ne brise pas même alors le flacon de verre mince qui le contient.

Le bas prix des matières qui composent la poudre fulminante, et la force prodigieuse que déploie celle-ci par la fusion ignée, nous font penser qu'un tel mixte pourrait servir d'agent mécanique pour écraser, enfoncer, déprimer, ou faire ébouler des corps résistans de grandes dimensions : nous avons l'intention d'en proposer l'emploi pour ruiner subitement les ponts qu'une armée aurait intérêt de détruire, et nous demanderons qu'il soit fait à ce sujet des expériences.

Du mixte fulminant de Bayen. On prépare ce mixte en incorporant du soufre avec le précipité orangé obtenu en versant un excès de potasse caustique dans la solution d'un deuto-sel de mercure (du sublimé corrosif, par exemple). Le dosage propre au maximum d'énergie destructive est 2 parties de soufre pour 11 parties de précipité orangé sec. Il serait d'ailleurs facile d'établir que ce précipité orangé est un hydrargyrate alcalin, une combinaison d'oxide rouge de mercure et de potasse (sel qui possède un certain degré de solubilité). Cela étant, le dosage indiqué ferait connaître, d'une part, que cet hydrargyrate a la même constitution que tous les sels neutres de potasse, et se trouve formé d'un atome d'alcali K uni à deux atomes de peroxide de mercure Hg^2 ; de l'autre, que le mixte

de Bayen est composé d'un atome de cet hydrargyrate K Hg^2 et de six atomes de soufre 6S :

$$\begin{array}{r} \text{K Hg}^2 = 6643,03 \dots 11 \\ 6\text{S} = 1206,96 \dots 2 \end{array}$$

Le mixte étant chauffé à l'air libre, les produits stables qui tendent à se former sont un atome de sulfate de potasse K S^2 et deux atomes de cinabre 2HgS^2 ; ce dernier se volatilise (1); l'atmosphère a dû fournir deux atomes d'oxygène pour compléter le sulfate. Lorsqu'on fait fulminer un gramme de cette mixtion dans un verre de montre, celui-ci se brise au moment où le bruit se fait entendre, et les éclats se précipitent dans le brasier; mais lorsque le même poids de matières se trouve placé au fond d'une grande cornue de verre qu'on a suspendue, et dont on a plongé le bec dans l'eau, la réaction chimique déterminée par l'application de la chaleur s'opère sans bruit et sans endommager le vase.

Des mixtes fulminans de MM. Courtois et Dulong. Ayant reconnu que dans un vase fermé les dissolutions de chlorures neutres n'attaquent pas les métaux, tandis qu'elles les corrodent à l'air libre, Davy conclut que, dans ce dernier cas, le métal immergé soutire progressivement l'oxygène atmosphérique pour se combiner ensuite au chlorure. Pareilles circonstances ont lieu avec d'autres liquides, avec l'ammoniaque, par exemple; et si le cuivre est le métal immergé, les progrès de l'action chimique s'aperçoivent à

(1) Bayen s'est effectivement assuré que la vapeur violette qui se dégage dans cette fulmination est du cinabre pur.

la teinte bleue que prend le bain. Basés sur ces faits et guidés par l'analogie, nous pensons que les deux substances fulminantes, nommées, l'une, *iodure d'azote*, l'autre *chlorure d'azote*, ne sont point des composés binaires, mais bien des oxydes ammoniacaux, l'un à base d'io e, l'autre à base de chlore. Ces substances, comme on sait, se préparent toujours à l'air libre, et nous sommes portés à croire que, pendant l'opération, l'iode et le chlore s'oxydent aux dépens de l'atmosphère, pour s'unir ensuite à l'ammoniaque présente, et donner ainsi naissance soit à de l'oxyde ammoniacal d'iode, soit à de l'oxyde ammoniacal de chlore. Si telle était effectivement la constitution des deux substances, il deviendrait facile, dans le sens de notre théorie, d'expliquer leur aptitude fulminante.

Conclusion. Ce que nous avons exposé suffit pour montrer en quoi la fulmination diffère de l'explosion : cette dernière est toujours le résultat d'une simple force expansive, tandis que la fulmination est un phénomène complexe, dont l'effet mécanique se compose de forces expansives et de forces dépressives (ou même coercitives). Un mixte fulminant placé hors du contact de l'atmosphère est réduit au rôle de mixte explosif : ainsi, par l'effet d'un froissement aigu, les sels fulminans peuvent éprouver sous l'eau une réaction brusque et destructive, qui n'est alors qu'une simple explosion.

OBSERVATIONS

Sur les résultats annoncés par le colonel du génie Treussart, relativement aux mortiers de trass comparés aux mortiers à chaux hydrauliques et sable ordinaire ;

Par M. VICAT, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(*Bulletin des Sciences*, février 1825.)

Pour proscrire les chaux hydrauliques, M. Treussart ne s'appuie que sur des expériences qui me paraissent peu concluantes. Dans les mélanges qu'il a faits, tantôt il n'a pas employé l'argile dans la proportion convenable, et tantôt il s'est servi d'argile trop alumineuse ou chargée d'une grande quantité d'oxyde de fer, et tantôt enfin il a employé du *quarz pilé très-fin*, comme si le degré de finesse que l'on obtient par une simple trituration pouvait se comparer à celui de la silice contenue dans une argile.

M. Treussart prétend que l'on ne fabrique les chaux hydrauliques que pour obtenir des mortiers qui aient la propriété de durcir dans l'eau. Loin de là, on peut dire au contraire « qu'on ne fabrique des chaux hydrauliques (quand le pays n'en fournit pas naturellement) que parce que les mortiers confectionnés avec ces chaux et le sable ordinaire sont à-la-fois les plus économiques et les meilleurs que l'on connaisse jusqu'à ce jour pour braver les intempéries, résis-

ter aux alternatives du chaud et du froid, du sec et de l'humidité, etc. En effet, la plus grande résistance que M. Treussart ait trouvée pour les mortiers de *trass* immergés depuis un an est de 8^{kg}. par centimètre carré, et j'ai fabriqué, avec de la chaux hydraulique et du sable, des mortiers qui, après un an d'exposition à toutes les intempéries de l'atmosphère sur un toit, présentaient une résistance de 14^{kg}, et même quelquefois de 18^{kg}.

Le succès qu'on a obtenu en employant la chaux hydraulique pour la construction du pont du duc d'Angoulême à Souillac, et du pont de Melisey (Haute-Saône), pour la réparation des ponts de Taverney et de Baudoncourt, et pour le rejointement du môle de Trichet à Saint-Malo, doit suffire pour détromper les personnes qui partageraient les craintes de M. Treussart sur l'insuffisance des chaux hydrauliques employées sans *trass* à des constructions importantes.

L'objection de M. Treussart contre le prix élevé des chaux artificielles est sans fondement. En effet, le mortier de *trass* coûte, savoir :

Pour 2 ^m . de <i>trass</i> , à 27 ^f .50.	55 ^f .00
Pour 1 ^{mc} . de chaux commune en pâte, à 12 ^f	12 ^f .00
	<hr/>
	67 ^f .00

Les 3^m. cubes de matières se réduisant après le mélange à 2^m.50, il s'ensuit que le mètre cube revient à 29^f.13.

D'un autre côté, pour fabriquer un mètre cube de mortier à chaux hydraulique, il faut, savoir :

0 ^m .90 de sable ordinaire, à 1 ^f .50.	1 ^f .35
0,43 de chaux hydraulique en pâte forte, laquelle, pour arriver au prix moyen du mortier, sera payée.	27 ^f .78
	<hr/>
	29 ^f .13

Or, ce prix hypothétique, de 27^f.13 pour 0^m.43 de chaux en pâte, conduit, pour le mètre cube, à 61^f.73, et si on se place dans le cas le plus défavorable, celui d'un foisonnement nul, on en conclut que lorsqu'un mètre cube de chaux hydraulique vive coûtera 61^f.73, le mortier fabriqué avec cette chaux et le sable ordinaire sera du même prix que le mortier de *trass*. Je soutiens maintenant qu'il n'y a pas une seule localité en France où la chaux hydraulique naturelle, cuite à la houille ou au bois, puisse coûter, prise au four, plus de 30 francs le mètre cube, et pas une seule localité, Paris excepté, où, fabriquée de toutes pièces, soit à la craie, soit avec de la chaux grasse, elle puisse monter au-delà de 50 francs.

M. Treussart s'est occupé aussi de l'emploi et de la manipulation du béton; il a trouvé que le béton qui a pris une *demi-fermeté à l'air* devient plus dur dans l'eau que lorsqu'on l'immerge à *consistance ordinaire*, c'est-à-dire *mou*. Cela est vrai, mais seulement lorsque la cohésion du béton est conservée après l'immersion à l'aide d'une enveloppe, et c'est à tort que cet ingénieur a mis en pratique la méthode défectueuse indiquée par Bélidor, méthode qui consiste à laisser reposer le béton jusqu'à ce qu'il ait pris à l'air une consistance assez forte pour ne pouvoir être

attaqué qu'à la pioche, et à le descendre ensuite dans l'eau, où il se détrempe et perd toute consistance. J'ai trouvé qu'après huit mois la dureté absolue d'un béton à pouzzolane immergé à la manière de Bélidor n'est, moyennement à celle du même béton immergé ferme et ductile, que comme 15 est à 100.

M. Treussart affirme, relativement à la manipulation, que les mortiers de trass gâchés à *consistance ordinaire*, c'est-à-dire *mous*, valent mieux que les mêmes mortiers gâchés fermes : ceci implique contradiction, non-seulement avec les faits généralement observés jusqu'à ce jour, mais aussi jusqu'à un certain point avec les propres observations de l'auteur.

Nouveaux faits pour éclairer la théorie des cimens calcaires ; par le même.

(*Ann. de Chim.*, t. XXVIII, p. 142.)

On a pris deux espèces de sables, l'un blanc, entièrement quarzeux, l'autre granitique et mêlé de basalte ; on les a lavés, mis en digestion dans de l'acide hydrochlorique, puis lavés de nouveau à grande eau, et desséchés ensuite à la température de 100 degrés.

Le 12 juin 1822, on a fabriqué avec ces sables deux espèces de mortier, ainsi qu'il suit : 1°. sable blanc de mine, pesé froid, 896 parties ; chaux hydrolithe vive, sortant du four, 300 parties ; le tout, gâché à la manière ordinaire dans un vase de verre qui pesait 787 parties, a donné, vase compris, 2630 parties : différence pour

l'eau introduite, 647 parties. Ainsi le poids total du mortier frais, n°. 1, était de 1843 parties.

2°. Sable granitique mêlé de basalte, pesé froid, 896 parties ; chaux vive employée comme ci-dessus, 300 parties ; quantité d'eau déterminée par la différence du poids du mortier, vase compris, au poids du vase, 612^p,50 ; poids du mortier frais, n°. 2, 1808^p,50.

Ces deux mortiers, placés dans les circonstances les plus propres à favoriser une réunion chimique entre les principes constituans, avaient, après quinze mois, perdu chacun 27 pour 100 de leur poids. Le 4 février 1824, c'est-à-dire deux ans après leur fabrication, ils furent l'un et l'autre désagrégés par l'acide hydrochlorique. Le sable du n°. 1, mis à nu, lavé, séché et pesé froid, comme ci-devant, a donné 892 parties. La perte de $\frac{1}{223}$ ou 44 dix millièmes ne doit évidemment être attribuée qu'au second lavage. Le sable du n°. 2, traité de la même manière, n'a pesé que 883 ; ce qui donne une perte très-appreciable de $\frac{1}{68}$. On a repris 500 parties du même sable qu'on a remises en digestion dans de l'acide hydrochlorique ; et comme il y avait eu production de chaleur pendant l'acte de la désagrégation, on a eu soin d'élever également la température de l'acide dans cette contre-épreuve, et de maintenir son action pendant le même temps. Le sable, lavé ensuite, séché et pesé, a donné un déficit de 7 sur 500 ou $\frac{1}{71}$. Ce résultat, qui diffère peu de $\frac{1}{68}$, ne laisse aucun doute sur la cause de la perte offerte par le sable mélangé ; et on doit en conclure que la chaux hydrolithe n'attaque pas plus celui-ci que le sable quarzeux

pur. (Il est bon de faire observer que le sable mélangé dont on s'est servi est un sable de rivière à grains durs et palpables.)

La solidification des mortiers à chaux hydro-lithes et sables ordinaires n'est donc point, et c'est ainsi que l'entendent MM. John et Berthier, le résultat d'une combinaison chimique; mais, d'un autre côté, il est tout-à-fait impossible de concevoir cette solidification comme provenant d'une adhérence *purement mécanique* entre l'hydrosilicate de chaux et le sable, c'est-à-dire d'un *enchevêtrement d'aspérités*: donc il faut admettre une affinité moléculaire sans combinaison subséquente, et distinguer ainsi deux espèces d'*adhérences*, savoir: *adhérence mécanique*, analogue à celle qui lie le plâtre au bois ou à la pierre; *adhérence intime*, analogue à celle qui lie la plupart des incrustations aux parois sur lesquelles elles se sont lentement formées. M. Berthier, déclarant qu'il n'entend point expliquer la dureté du mortier par l'enchevêtrement des parties, admet nécessairement une cause non mécanique; et nous voilà d'accord sur ce point.

Mais il en est un autre sur lequel nous sommes loin de nous entendre encore: c'est la théorie des mortiers hydrauliques à chaux grasses et pouzzolanes. Ici la liaison particulière que l'on remarque entre l'hydrate de chaux pure et les parcelles dures et absorbantes qui constituent les pouzzolanes ne saurait résulter du seul fait d'une adhérence quelconque sans combinaison subséquente; car si l'on n'admet pas de combinaison, il faut bien accorder que la chaux conserve ses propriétés ordinaires, solubilité, caus-

ticité, etc., et la conséquence immédiate de cette concession est que, sans aucune exception, tous les bétons à chaux grasses et pouzzolanes quelconques, immergés sous une eau courante, devraient s'y décomposer rapidement: or, c'est ce qui n'a pas lieu.

M. Berthier semble aller au-devant de cette objection, en disant: «on sait que les corps poreux ont la faculté d'absorber, 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 certaines matières?»

Nous empruntons notre réponse à M. John: on trouve, en effet, dans le mémoire de ce savant chimiste, que l'analyse d'un mortier de trass immergé depuis quatre ans a donné sur 100 parties, savoir: eau, 24,00; grains de quartz, 33,00; silice en combinaison, 8,00; chaux avec traces d'oxide de fer, 32,75; acide carbonique, 2,25.

Cette analyse prouve que dans ce mortier la chaux n'était pas carbonatée, mais bien neutralisée par la silice. Le point important serait de savoir d'où est provenue cette silice. M. John dit que la chaux du mortier analysé a été prise à Trèves. Tout ce que nous savons de la chaux de Trèves, c'est qu'elle est maigre et probablement moyennement hydraulique, puisque par-tout où les Français en ont fait usage, ils ont jugé qu'il était indispensable d'y ajouter du trass. Mais 8 parties de silice pour moins de 32,75 de chaux (le trass a dû fournir de 3 à 4 pour 100 de

chaux) représenteraient près de 25 pour 100, et constitueraient une chaux très-maigre et très-hydrolithe; il y a donc grande probabilité que le trass a fourni une bonne partie de la silice combinée.

Laissant à part toute hypothèse, on n'en établit pas moins, par la discussion précédente, que le trass, substance à particules dures et absorbantes, véritable pouzzolane en un mot, ne cède point d'acide carbonique à la chaux avec laquelle on le mêle. On ne contestera pas d'ailleurs qu'un à la chaux la plus grasse possible (celle des coquilles d'huîtres employée en Hollande), ce même trass ne puisse former un bon mortier hydraulique: donc les conjectures de M. Berthier sur les causes de l'efficacité des pouzzolanes sont infirmées par les faits.

Mais, demande M. Berthier, si la chaux ordinaire a quelque action sur la silice des pouzzolanes, comment n'en aurait-elle pas sur les argiles crues, substances qui, en général, se prêtent plus facilement aux combinaisons que les argiles calcinées? Comment se fait-il que les sables feldspathiques qui proviennent de la désagrégation des granites ne jouent à-peu-près que le rôle du quartz pur?

Nous sommes en mesure de répondre aujourd'hui qu'il existe des substances non cuites, non poreuses, non absorbantes, composées d'éléments friables, et qui neutralisent la chaux grasse, et font mortier hydraulique avec elle. Ces substances sont: 1°. certains sables feldspathiques ou granites désagrégés sur place; 2°. la plupart des

psammites bruns et tendres de la Basse-Bretagne.

Ces faits nous étaient inconnus il y a quelques mois; ils sont constatés aujourd'hui, 1°. par les nombreuses expériences de M. Avril, ingénieur des ponts et chaussées, attaché aux travaux du canal de Nantes à Brest, à Carhaix; 2°. par celles de M. Payen, ingénieur attaché aux travaux du même canal à Josselin. Nous avons vu de nos propres yeux les résultats dont nous parlons; nous avons répété contradictoirement les expériences à Rennes pendant le mois de décembre dernier, et dans un an les nouveaux essais seront soumis à un examen authentique. En attendant, nous nous proposons d'adresser à M. Berthier une caisse d'échantillons des diverses substances employées.

Note sur l'article précédent; par M. P. Berthier.

M. Vicat prétend prouver, par les résultats d'une analyse que M. John a faite d'un mortier de Trèves (*Ann. des mines*, t. VII, p. 471), que dans les mortiers à chaux grasse et pouzzolane il y a combinaison entre la chaux et les matières terreuses. Son raisonnement ne me semble pas concluant. D'abord, il ne paraît pas que le mortier de Trèves soit un mortier à chaux grasse; en second lieu, M. John s'est servi de son analyse pour appuyer une assertion toute opposée à celle de M. Vicat, parce qu'il regarde la silice gélatineuse trouvée dans ce mortier comme combinée avec la chaux antérieurement au mélange des matières. Enfin, comme le trass est attaqué par les acides, il se pourrait que la silice,

donnée par l'analyse citée, en provint, sans qu'il y ait eu action chimique de la chaux. La question dont s'occupe M. Vicat est importante; les nouvelles observations qu'il a faites en Bretagne pourront contribuer à l'éclaircir; mais je la regarde encore comme entière, et je crois que l'on ne pourra la résoudre que par un certain nombre d'expériences chimiques précises, faites *ad hoc*.

Composition pour la couverture des édifices;

Par M. PEW.

(*London Journ. of arte.* — Juill. 1824.)

On prend une partie en poids de chaux pure, bien cuite et passée au tamis, qu'on mêle avec deux parties d'argile bien cuite, également tamisée. D'une autre part, on mêle une partie de sulfate de chaux calciné et pulvérulent avec deux parties d'argile cuite pulvérisée. On réunit ces deux espèces de poudre, et on les brasse pour qu'elles forment un tout bien homogène. Cette composition a la propriété de former un mastic inaltérable et incombustible: on la conserve, pour l'usage, dans un endroit sec et à l'abri de l'air. Lorsqu'on veut s'en servir, on la mêle avec environ un quart de son poids d'eau, qu'on ajoute peu-à-peu et en remuant toujours, pour former une pâte d'une consistance épaisse; on étend cette pâte sur les lattes et chevrons des bâtimens, qu'elle rend entièrement incombustibles: elle devient, avec le temps, aussi dure que la pierre, ne laisse point pénétrer l'humidité et ne se gerce point par la chaleur; sa durée est presque indéfinie quand elle est bien préparée.

MÉMOIRE

Sur les principales roches qui composent le terrain intermédiaire, dans le département du Calvados.

(Lu à l'Académie royale de Caen, le 3 mai 1824.)

PAR M. HERAULT,

Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

AYANT donné, dans un premier mémoire dont l'extrait a été imprimé par ordre de l'académie royale de Caen, une idée générale du terrain intermédiaire du Calvados, je me bornerai, dans celui-ci, à décrire succinctement les principales roches qu'il renferme, en indiquant les lieux où elles se trouvent le plus abondamment.

I^{er}. *Phyllade ordinaire.*

Il est un peu luisant, et se rencontre en plus ou moins grande quantité dans presque toute l'étendue du terrain auquel il donne son nom. La portion de ses couches qui est voisine de la surface du sol fournit, dans plusieurs endroits, comme à Maltot, à Clinchamps, à Fierville, à Avenay, etc., un phyllade d'un gris jaunâtre ou d'un vert olive clair, légèrement nuancé de rougeâtre, qui est tendre, doux au toucher, dont on fait de très-bons crayons pour écrire sur l'ardoise, ainsi que des pierres à repasser les rasoirs, et d'autres qui servent à préparer les objets en cuivre auxquels on veut donner le poli. On a

extrait, il y a quelques années, des carrières du Pont-Féron, près de Vire, et on exploite encore maintenant dans celles de Curcy, de Castillon et de la Bazoque, une ardoise qui n'est qu'une variété du phyllade ordinaire. Ce dernier présente quelquefois, sur-tout dans le territoire de Condé-sur-Noireau, des *feuilletés siliceux et brunâtres*, qui ressemblent assez à de l'écorce de bois; et près d'Harcourt, il s'offre fréquemment sous la forme d'un *prisme rhomboïdal* fort allongé. Cette roche passe très-souvent au phyllade arénifère.

J'ai trouvé, en 1821, un *trilobite* fort altéré, il est vrai, dans les couches de phyllade qui sont au pied du château de Falaise, du côté du couchant, et depuis M. de Bazoches a recueilli dans les mêmes couches plusieurs fragmens de ce fossile, qui paraît appartenir au genre *calymène*. On m'a donné en outre à la mine de Littry un autre *trilobite* parfaitement bien conservé; il est sur un morceau de phyllade provenant de la portion du territoire de cette commune qui fait partie du terrain intermédiaire.

2^e. *Phyllade subluissant calcarifère.*

Cette roche est plus compacte que le phyllade ordinaire. Sa couleur est le gris légèrement verdâtre ou jaunâtre. L'acide nitrique y produit une effervescence assez forte, sur-tout si on a soin de l'appliquer sur la tranche des feuilletés, et dans un endroit qui ait été frappé d'un coup de marteau, de manière à y produire un peu de poussière. On la trouve en couches minces, alternant avec le phyllade arénifère, et principale-

ment avec le grès quarzeux phylladifère, sur la rive droite de la Laize, un peu au-dessus de la route d'Harcourt, à Roche-Pendante, et dans quelques autres lieux.

3^e. *Phyllade pailleté.*

Phyllade rouge ou violet, parsemé de lamelles de *mica* ordinairement blanc, et quelquefois jaunâtre; cette variété est beaucoup moins abondante que les précédentes dans le terrain intermédiaire du Calvados. On la rencontre principalement au milieu des couches de grès quarzeux feldspathique, et certains morceaux paraissent même formés de feuilletés alternatifs de ces deux substances: on peut voir de nombreux exemples de ce dernier fait dans les carrières du pont de la Landelle, entre Harcourt et Condé-sur-Noireau.

4^e. *Phyllade arénifère.*

(Grauwacke schisteuse à grain fin.)

Il est presque uniquement composé de grains de *quartz*, de *feldspath* et de *phyllade*: ce dernier y domine, et lui donne son caractère. Sa couleur, qui est ordinairement le gris verdâtre, passe quelquefois au gris rougeâtre; on en trouve aussi de gris blanchâtre plus ou moins foncé. Lorsqu'il n'est pas altéré, il paraît comme strié, et son aspect a même quelque chose de luisant ou de satiné. Il est souvent traversé par des filets de *quartz hyalin*. Les fissures qu'il renferme lui donnent une tendance à s'éclater dans divers sens, et il prend, par une longue exposition à l'air, une couleur brune obscure à l'extérieur. Il

passé tantôt au phyllade ordinaire, tantôt au grès quarzeux phylladifère. Il accompagne presque par-tout la première de ces roches, et il forme dans beaucoup d'endroits la partie dominante du terrain intermédiaire. En le faisant chauffer fortement, il devient, après son refroidissement, d'un rouge brunâtre clair, et, dans cet état, on le prendrait aisément pour du grès rouge ancien des Allemands.

On remarque, à la descente de Notre-Dame-de-Laize, une couche de phyllade arénifère très-altéré, qui renferme une grande quantité de petits galets de même nature. Les phyllades ordinaire et arénifère s'emploient pour la construction des murs de toute espèce, ainsi que pour celle des grandes routes, dans les cantons où l'on ne peut pas se procurer de meilleurs matériaux; ils sont exploités ensemble ou séparément, pour ces différens travaux, dans un grand nombre de communes.

5°. *Grès quarzeux phylladifère.*

(Grauwacke commune ou très-imparfaitement schistoïde.)

Il renferme les mêmes parties constituantes que la roche précédente; mais il en diffère en ce que le *phyllade* y est moins abondant: sa couleur varie, comme celle de cette substance, du grisâtre au noir foncé, en passant par différentes nuances de vert et de rougeâtre. Quelquefois il se présente sous l'aspect d'une roche simple et compacte; toutefois, en l'exposant quelques momens au dard d'un chalumeau, on parvient facilement à distinguer, au moyen d'une loupe,

les grains de différentes natures dont il est formé; le plus souvent cependant, ses parties constituantes, quoique toujours assez fines, sont visibles à l'œil nu; enfin on en trouve à Bully une variété dont les grains sont un peu plus gros, qui contient très-peu de *phyllade*, et dans laquelle on aperçoit quelques fragmens de *quarz argileux compacte noir*. Cette variété, qui est grisâtre, semble former le passage entre le grès quarzeux phylladifère ordinaire, et le pouddingue quarzeux qui existe dans la même formation.

On trouve dans la montée de Cathéole, sur la route de Vire à Caen, ainsi que dans plusieurs autres localités, un grès quarzeux phylladifère jaunâtre, mélangé de feuillets de phyllade brun violet, qui affectent quelquefois une sorte de parallélisme. A Vieux, à Bully, à Notre-Dame-de-Laize, etc., ce grès renferme des fragmens peu nombreux de phyllade verdâtre ou noirâtre; et dans la commune du Désert, il se présente assez souvent *en boules* formées de couches concentriques.

Sur la rive droite de la Laize, entre Bretteville et la route d'Harcourt, de nombreuses couches de grès quarzeux phylladifère verdâtre alternent avec des couches de phyllade et de calcaire marbre; on en rencontre également quelques-unes sur la rive gauche de la Guine; dans les carrières de Condé-sur-Noireau, la même roche est ordinairement grisâtre et plus rarement noirâtre. A Pierrefitte et dans les coteaux voisins du pont d'Ouilly, on en voit de verdâtre, de rougeâtre, de grisâtre et de noirâtre; au

pont Féron, près de Vire, elle est très-noire, et accompagne le phyllade ardoisé.

Le grès quarzeux phylladifère fournit, dans beaucoup d'endroits, des plaques fort grandes et très-solides, qui sont employées pour faire des tables, des auges, des marches d'escalier, des dalles pour paver, etc. J'observerai que le phyllade arénifère, auquel il passe cependant fréquemment, ne donne jamais de plaques semblables.

6^e. Grès quarzeux feldspathique.

(Variété du grès rouge ancien des Anglais.)

Ce grès n'est guère formé que de *quarz* et de *feldspath*. Ses grains ne sont jamais gros, et ils sont quelquefois si petits qu'on a peine à les discerner. Sa couleur la plus commune est le rouge clair; mais on en trouve aussi de blanchâtre, de jaunâtre et de verdâtre. Il passe fréquemment au grès quarzeux simple. Assez ordinairement il accompagne cette dernière roche, ou il est accompagné par elle dans les lieux où il constitue la masse principale du terrain intermédiaire: sur la rive gauche de la Guine cependant, il forme, avec le phyllade et le grès quarzeux phylladifère, des bancs subordonnés minces et peu nombreux dans le calcaire marbre.

Le grès quarzeux feldspathique occupe les sommités de la chaîne de montagnes au midi d'Aulnay, qui se prolonge jusqu'à l'Orne, en traversant les territoires de Valcongrin et de Hamars, et renferme les points les plus élevés du département; on le voit aussi sur les bords de

cette rivière, à Athis, à Bully, à Roche-Pendante, au pont de la Landelle; sur ceux de l'Odon, à Baron, et on le trouve encore dans la bruyère de Mouen.

7^e. Grès feldspathique.

(Espèce de conglomérat pseudo-porphyrétique.)

Pâte de pétrosilex rouge, violet ou brun, enveloppant des grains de *feldspath blanchâtre* ou *rosâtre*, de *quarz hyalin*, et quelquefois des fragmens de *phyllade*. Cette roche est très-dure et très-tenace. Ses couches présentent beaucoup de fissures transversales. Elle occupe principalement les sommités des hauteurs moyennes, ou le penchant des montagnes les plus élevées: le côté nord de celle qui est au midi d'Aulnay est formé, dans sa partie supérieure, par des couches de grès quarzeux feldspathique, renfermant quelques bancs de grès ordinaire; vers le point où sa pente devient moins rapide, le grès feldspathique lui succède; enfin au pied de la même, en descendant vers Aulnay, on rencontre de nombreuses couches de phyllade et de grès quarzeux phylladifère. Le grès feldspathique se voit aussi sur presque tous les plateaux qui couronnent une chaîne de montagnes qui commence à Saint-Martindon, traverse le territoire du Bénny, passe entre Monchanip et Monchauvet, près des villages de Saint-Vigor, de Pontécoulant, de Proucy, et se montre, sous le nom des buttes de Clécy, sur la route de Caen à Condé-sur-Noireau. Le même grès se trouve à Saint-Laurent-de-Condé, à l'extrémité sud-ouest du mamelon de la Paugeils, près de

Hamars; on en voit encore une carrière ouverte dans la commune du Détroit, entre le pont d'Ouilly et Falaise.

Il est employé pour faire des murs, et surtout pour la construction et la réparation des routes.

8°. *Quarz grenu.*

Il est généralement blanc ou un peu grisâtre. Il ressemble assez, par sa texture, au grès quarzeux, qui fait partie de la même formation; mais il en diffère sur-tout, en ce qu'il n'est jamais coloré de rouge ou de violet, et en ce que ses couches sont ordinairement plus puissantes: cependant on le rencontre quelquefois, comme à Saint-Quentin-de-la-Roché, en *plaques minces*, dont les faces sont recouvertes de lamelles de mica blanc ou jaune.

Le sol de la vaste bruyère qui est au midi de Falaise est formé de couches de quartz grenu; cette roche se montre encore dans les coteaux qui sont au nord-ouest de la même ville, dans la bruyère de Noron et à Saint-Vigor; le côté est du rocher sur lequel est bâti l'ancien château ducal de Falaise présente aussi des couches de quartz, tandis que le côté opposé, ainsi que le monticule sur lequel est construite l'église du faubourg Saint-Laurent, n'offrent que du phyllade; enfin dans la commune d'Urville, on voit une couche puissante de quartz, dont la tête domine un terrain formé de phyllade, de grès quarzeux phylladifère et de minéral de fer: ces derniers faits prouvent évidemment l'alternance des couches du quartz et du phyllade.

On trouve aussi à Perrières des rochers de quartz qui s'élèvent à une petite hauteur au-dessus du sol occupé par le calcaire de Caen, et se partagent en deux branches, non continues, dont l'une passe par Olandon, et va gagner Saint-Quentin-de-la-Roché, où elle forme ce qu'on appelle la *Brèche-au-Diable*; et l'autre se dirige par Sassy, et va se joindre aux énormes rochers (également quarzeux) de Rouvre (1).

La bruyère de Jurques, entre Caen et Vire, renferme, comme celles précitées, de nombreuses couches de quartz grenu.

Cette roche est principalement employée à la construction et à la réparation des routes, et celle qui est en plaques minces sert à recevoir les ruches d'abeilles, dans quelques parties du département.

9°. *Grès quarzeux coquillier.*

(Variété du grès rouge ancien des Anglais.)

Cette roche est dure, et son éclat a quelque chose de lustré. Elle est parfois d'un blanc légèrement grisâtre, ou d'un rouge tirant plus ou moins sur le violet; mais assez ordinairement elle présente le mélange de ces deux couleurs, qui sont souvent disposées de manière à produire des effets bizarres et fort variés. Elle contient dans certains bancs des fragmens, presque tous lenticulaires, de quartz hyalin (de grès ordinaire ou ferrugineux?), de schiste argileux, de schiste micacé, d'une roche quarzeuse et feldspathi-

(1) Deuxième mémoire de M. de Magneville sur le calcaire à polypiers.

que, etc. On rencontre aussi, plus rarement à la vérité, des morceaux de grès, sur lesquels on voit des espèces de *dendrites*, et d'autres qui offrent des figures formées par un assez grand nombre de cercles concentriques d'une *matière calcédonieuse*. Il existe à Feuguerolles, dans quelques-unes de ses fissures de séparation, des veines d'une *argile blanchâtre* ou *jaunâtre* avec des taches *rouges*. Cette argile est douce et onctueuse au toucher; sa texture est compacte; elle est remplie de parcelles de *mica*, et traversée par une multitude de *filets brunâtres*, qui paraissent appartenir au règne végétal; elle happe fortement à la langue; elle ne fait point d'effervescence par l'acide nitrique; enfin elle se délaie facilement dans l'eau, et forme une pâte tenace.

J'ai découvert, en 1822, dans le grès de May des empreintes d'une petite *térébratule striée* et d'une *grande coquille bivalve*, qu'on croit être une *modiole*; depuis on a trouvé dans le même d'autres empreintes d'une *térébratule lisse*, d'une *seconde bivalve*, et de *deux espèces de trilobites*: M. Jules Desnoyers annonce qu'il renferme aussi des entroques (1).

(1) Nous avons recueilli tout nouvellement dans les carrières de May, M. de Magneville et moi, une *Pholadomye*, et plusieurs empreintes d'un corps organique dont la nature ne nous est pas encore bien connue. Ces dernières présentent la forme d'un *conoïde* fort allongé et plus ou moins aplati; elles portent huit sillons longitudinaux, ainsi que des espèces de lignes ondulées transversales; elles n'offrent aucun indice de cloisons: on pourrait leur trouver quelque rapport avec le *conulaire* de Sowerby.

Le grès intermédiaire du Calvados s'exploite, pour faire des pavés, à May, à Feuguerolles, à Soumont, à la Roche-Saint-Quentin, à la Pérelles, à Roche-Pendante, au pont de la Landelle, à Jurques, etc. Les menuisiers en tirent encore des pierres pour aiguiser leurs outils.

10^e. Grès quarzeux micacé.

Le grès quarzeux offre souvent des lamelles de *mica*; on en remarque même quelquefois une assez grande quantité sur les parois de ses couches; mais outre cela, ce grès renferme quelques bancs minces d'une roche très-friable, qui en contient presque autant que de quartz: c'est à cette dernière que je donne particulièrement le nom de *grès quarzeux micacé*. Sa couleur varie comme celle du mica qui entre dans sa composition: elle est tantôt blanche, tantôt jaune d'or, et parfois d'un violet pourpré. Elle est assez abondante à May, et on en rencontre également à Feuguerolles, à Bully, ainsi que dans plusieurs autres localités.

11^e. Poudingue quarzeux.

(Variété de grauwaacke à gros grain.)

Ciment quarzeux enveloppant des noyaux, toujours assez petits et un peu anguleux, de *quartz hyalin* et de *feldspath*. Ce poudingue est ordinairement grisâtre et quelquefois jaunâtre, avec des nuances légères de vert et de rougeâtre; il paraît passer, dans beaucoup de circonstances, au grès feldspathique, dans quelques autres, au grès quarzeux phylladifère. On le trouve

le plus souvent en bancs subordonnés et peu puissans, au milieu des couches de ces deux substances, du phyllade et du calcaire marbre; il forme aussi dans certaines localités, mais très-rarement et jamais sur une grande étendue, la partie dominante du terrain qui le renferme, comme on peut le remarquer dans les carrières situées un peu au-dessus du rocher dit de *Cam-paux*, en allant vers Saint-Martindon.

12^e. *Poudingue feldspathique.*

Sa pâte est une espèce de conglomérat pseudo-porphyrétique rougeâtre, analogue à celui qui a été décrit précédemment sous le nom de *grès feldspathique*; ses noyaux, presque tous de *grès quarzeux*, quelques-uns de *quartz hyalin*, sont plus volumineux et mieux arrondis que ceux du poudingue précédent. On en voit des couches nombreuses et assez épaisses sur la rive droite de la Laize, aux environs de Fresnay-le-Puceux.

13^e. *Calcaire marbre.*

Ce calcaire présente des couleurs très-variées : on en voit de blanc, de blanc-jaunâtre, de blanc nuancé de rosâtre ou de bleuâtre, de rosâtre nuancé de rouge, de rouge plus ou moins foncé nuancé de rosâtre, de rouge vif parsemé de points blancs, de violet, de lie de vin, de bleuâtre, de gris, de noir et jaune (*espèce de portor*) et de noir. Celui qui est blanc-jaunâtre est quelquefois traversé par une infinité de *filets spathiques*, ce qui lui donne un aspect tout particulier. A Bully, la variété bleuâtre est souvent

mélangée de *grès quarzeux phylladifère*, et dans d'autres endroits, elle est entrelacée de veines de *phyllade* ou *d'argile*. On n'a pas encore découvert de corps organisés fossiles dans le calcaire marbre du Calvados (1), et en général on lui trouve beaucoup d'analogie avec le calcaire intermédiaire du Hartz.

Ses couches ont une épaisseur très-variable, mais qui ne dépasse jamais quelques décimètres. Elles occupent quelquefois une assez grande étendue de terrain, et ne renferment alors que quelques bancs fort minces de *grès quarzeux feldspathique*, de *phyllade* et de *grès quarzeux phylladifère*, comme à Vieux et à Notre-Dame-de-Laize; mais plus souvent encore elles alternent avec des couches nombreuses de ces deux dernières substances, ainsi qu'on peut le voir à Bretteville-sur-Laize, à Clinchamps, à Fourneaux, à Pierrefitte, etc.

Le marbre du Calvados est susceptible de prendre un très-beau poli, et il a été employé avec succès pour faire des tables, des chambranles de cheminée, des colonnes, et autres objets de cette nature. Il paraît que les Romains s'en étaient servis pour décorer quelques-uns des édifices publics qu'ils avaient construits dans ce département, notamment les bains nouvellement découverts à Bayeux, et on assure que les colonnes de l'église de la Sorbonne, bâtie à Paris par le cardinal de Richelieu, ont été faites avec

(1) Les points blancs que renferme la variété rouge vif ont cependant quelque ressemblance, par leur cassure, avec des fragmens d'*encrinites*.

du marbre de Vieux. Les variétés de couleurs tendres, telles que les blanches nuancées de rose, les rosâtres nuancées de rouge, etc., s'allient très-bien avec les ornemens en cuivre doré, et sont fort recherchées dans la capitale, à cause de cette propriété, pour faire des montures de pendules. Malheureusement ce calcaire est presque toujours rempli de fils, ce qui fait qu'il est difficile de s'en procurer des blocs bien sains et propres à donner des pièces d'une certaine dimension. Une circonstance qui rend encore son exploitation fort désavantageuse, c'est que les carrières les plus abondantes, celles qui pourraient fournir les plus belles variétés, et qui sont les mieux situées pour la facilité des transports (celles de Vieux et de la Laize), se trouvent sur les limites d'un autre calcaire beaucoup moins dur, et par conséquent moins dispendieux à employer, soit pour les constructions ordinaires, soit pour faire de la chaux; en sorte qu'on ne peut tirer aucun parti des blocs de marbre qu'on est forcé de rebuter. Il est infiniment probable que ce sont ces inconvéniens qui ont obligé plusieurs entrepreneurs à cesser de faire exploiter les carrières dont il s'agit, lesquelles ont été ouvertes et abandonnées à diverses époques; les difficultés qu'ils présentent me paraissent sans remède dans l'état actuel des choses, et je crois qu'il faudra se borner, par la suite, à extraire des mêmes carrières quelques petits blocs pour les pendules, parce que les pièces de cette dimension se rencontrent plus aisément exemptes de défaut, et peuvent d'ailleurs, à raison de leur destination, être vendues un prix plus élevé.

que celles d'un plus gros volume. Mais si on venait à découvrir des variétés de marbre aussi belles que celles qui existent à Vieux et sur le bord de la Laize, dans la partie du département où l'on ne se sert que de calcaire intermédiaire pour faire de la chaux, on pourrait peut-être les exploiter avec bénéfice: c'est à l'avantage d'une position semblable, favorisée encore par le voisinage de la mer et l'exportation qui se fait de la chaux pour la Bretagne, que les exploitans des carrières des environs de Coutances, département de la Manche, doivent la faculté qu'ils ont de pouvoir fournir au commerce des marbres à très-bon compte.

14^e. *Graphite.*

M. de Brébisson fils a trouvé dans les déblais d'un puits qu'on approfondissait à Saint-Pierre-du-But, près de Falaise, des morceaux de graphite qui provenaient probablement du terrain intermédiaire qui occupe une portion du sol environnant. Cette substance formait une couche d'à-peu-près 4^m,20 d'épaisseur; elle était, dit-on, mélangée, dans sa partie supérieure, de *schiste noir micacé* en petits fragmens, et, devenant ensuite plus argileuse, elle présentait des cristaux rares de *chaux sulfatée trapézienne* et de *pyrite*.

15^e. *Ampélite alunifère.*

Le cabinet d'histoire naturelle de la ville de Caen a reçu de M. Dubourg-d'Isigny, président du tribunal civil de Vire, des échantillons de cette roche, qu'il avait ramassés près d'une carrière anciennement exploitée dans la bruyère du

Plessis-Grimoult. L'ampélite de cette localité renferme des *boules* de différentes grosseurs, et souvent aplaties, d'un calcaire gris noirâtre, qui présentent des couches concentriques et des veinules de *pyrite* : du reste, son gisement, ainsi que celui du graphite précédent, est encore fort peu connu.

16^e. *Minerai de fer.*

C'est un mélange d'oxides brun rougeâtre, brun jaunâtre et jaune, qui contient beaucoup d'*oolithes ferrugineuses*. Ce minerai présente dans quelques morceaux la forme *rhomboïdale*. Il constitue à Urville, près de Bretteville-sur-Laize, une couche puissante qui s'appuie sur un rocher de quartz grenu, dont la sommité s'élève au-dessus du terrain environnant, et qui est recouverte par d'autres couches de phyllade et de grès quarzeux phylladifère. La même renferme un poudingue à pâte ferrugineuse enveloppant des grains de *quartz hyalin* et de *feldspath*. On a traité autrefois à Danvou, canton d'Aulnay, un minerai de fer absolument semblable à celui d'Urville, qu'on tirait des environs de Roucamp, et qui, comme tous ceux du terrain intermédiaire de la Basse-Normandie, donnait du fer cassant à chaud.

17^e. *Pétrosilex basaltoïde.*

Cette roche est opaque et à pâte grossière. Sa couleur la plus ordinaire est le vert foncé; mais on en trouve quelquefois de grisâtre. Elle contient des cristaux microscopiques qui paraissent être de *pyroxène* plutôt que d'*amphibole* : cer-

tains morceaux renferment d'autres cristaux opaques, et un peu plus gros, d'un *feldspath blanc verdâtre*. C'est une espèce intermédiaire entre le *hornfels* des Allemands et le *phonolite*. Ce pétrosilex a été exploité pour diverses constructions, dans le coteau de Montmirel près de la mine de Littry, à la Pourrie dans la forêt de Cérisy; on en a obtenu des blocs assez considérables.

18^e. *Diorite.*

La roche à laquelle on a donné ce nom, dans le Calvados, est verdâtre, et sa dureté égale celle du granite, avec plus de ténacité. Son aspect a quelque chose de cristallin. Quoique son grain soit assez fin, ses parties constituantes se laissent facilement apercevoir à l'œil nu; cependant, dans quelques morceaux, sa texture est presque compacte. Elle est composée de cristaux blancs verdâtres de *feldspath*, et d'une partie d'un vert plus foncé, qui paraît être de l'*amphibole*. Elle renferme accidentellement des cristaux assez volumineux d'un *feldspath légèrement verdâtre*, du *quartz hyalin* et de la *pyrite de fer*.

Le diorite n'a encore été trouvé dans ce département qu'à Vieux et à Pierrefitte. On en a extrait momentanément, dans ces deux communes, pour faire des bornes et des pavés; mais ces exploitations n'ont pas eu assez d'étendue pour donner lieu de juger s'il forme des couches ou des filons dans le terrain intermédiaire, ou s'il n'est qu'en amas à sa surface: il en est de même de la roche précédente.

Observations.

Le terrain que l'on vient d'examiner est composé de roches fort variées, dont plusieurs ne se rencontrent ailleurs que dans des formations différentes, et souvent dans des lieux très-éloignés. Il est le seul du même genre en France qui renferme du grès contenant des empreintes de corps organisés fossiles; on ne connaît hors du royaume qu'un ou deux exemples d'un fait semblable. Enfin il présente, dans un espace de peu d'étendue et facile à parcourir, presque tout ce que peuvent offrir d'intéressant les terrains intermédiaires; c'est ce qui l'a fait considérer, par le savant professeur de géologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris, avec lequel j'ai eu l'avantage d'en visiter une partie, comme étant, en petit, un des meilleurs que l'on puisse étudier pour acquérir une connaissance classique de ces sortes de terrains.

SUPPLÉMENT

Au premier mémoire de M. HÉRAULT, ingénieur en chef au Corps royal des Mines, sur les terrains du département du Calvados (1).

Par l'auteur.

Des recherches faites récemment sur la partie supérieure du calcaire oolithique de ce département, ainsi que les observations très-intéressantes qui m'ont été communiquées par M. Élie de Beaumont, ingénieur des mines, en résidence à Rouen, sur l'analogie qui existe entre les bancs qui la composent et ceux appartenant au même système d'oolithes qu'il a observés en Angleterre, m'ont engagé à proposer d'établir les divisions suivantes dans l'ensemble du terrain oolithique du Calvados.

ART. 5 du mémoire. SYSTÈME INFÉRIEUR D'OO-

LITHES.

- a. *Partie inférieure.* Comme dans le mémoire.
 b. *Calcaire marneux.* Idem, en en retranchant les argiles de Dives et d'Honfleur.
 c. *Calcaire de Caen.* Idem.

- d. *Calcaire à polypiers.* Idem, en en retranchant les calcaires du sommet de la butte Saint-Laurent, de Bonnebosq, de Cambremer, de Repentigny, des environs de Lisieux, de la Chapelle Souquet, etc.

Oolithe inférieure et terre à fou-
 lon des
 Anglais.

Grande
 oolithe.

(1) Ce mémoire a été inséré dans les *Annales des mines*, tom. IX, p. 553.

ART. 6 du même. SYSTÈME SUPÉRIEUR D'OOLITHES.

- e. *Argile bleue à petites huttes* du pied des buttes de Canon d'Ouézy, de Cesni, d'Airan, etc. (forest-marbre des Anglais?).
- f. *Calcaire argileux et argile ordinairement jaunâtre* de la roche de Sallenelles, de Saint-Samson et des buttes précitées (Cornbrash et Kelloway-Roch?).
- g. *Argile bleue* de Dives, du sommet des buttes précitées et du pied de la butte Saint-Laurent (argile d'Oxford. Clunch Clay de M. Smith).
- h. *Calcaire à oolithes blanches* du sommet de la butte Saint-Laurent, de Bonnebosq, de Cambremer, de Repentigny, de la Chapelle-Souquet, etc. (sables et conglomérats calcaires, coral rag et oolithe d'Oxford).
- i. *Argile bleue* d'Honfleur et du cap de la Hève, département de la Seine-Inférieure (argile de Kimmerridge?).
- k. *Calcaire d'un grain terreux* de Manerbe, de Blangy, etc.; il renferme beaucoup de silex grisâtres et ressemble, sous bien des rapports, au calcaire de Caen (partie inférieure du Portland Stone?).
- l. *Calcaire de Canapville et des environs de Lisieux*. Plusieurs de ses bancs présentent une grande quantité de coquilles en vis (*cerites et turritelles?*), et quelquefois de grandes astroïtes; un autre donne une pierre lithographique de médiocre qualité; enfin certains bancs contiennent des oolithes blanches ou ferrugineuses (1) (partie supérieure du Portland Stone?).

Je ne connais rien dans le département du Calvados qu'on puisse rapporter au Purbeck Stone.

(1) Voyez la coupe de la carrière des Loges, p. 566 du mémoire.

Sur les avantages que présente l'affinage du plomb d'œuvre dans des coupelles faites avec de la marne.

(Arch. mét. de M. Karsten, t. 1, p. 135.)

LES grands avantages qu'offrent les coupelles en marne sur celles faites avec des cendres, lorsqu'il s'agit d'affiner du plomb d'œuvre, en ont fait adopter l'usage dans la fonderie de Friedrichshutte, dans la Haute-Silésie. L'opération s'exécute dans des fourneaux à voûtes mobiles, formées de bandes de fer entrelacées de fil d'archal, présentant ensemble une sorte de treillis que l'on enduit d'argile.

La pureté extraordinaire du plomb d'œuvre, qui est fourni par des minerais lavés avec le plus grand soin, facilite, à la vérité, la coupellation; mais, d'un autre côté, le peu de richesse de ce plomb est un grand obstacle à obtenir un résultat avantageux. Ce plomb ne contient au plus en argent que $1 \frac{3}{4}$ loth de Cologne au quintal de 114 liv. $\frac{1}{4}$ poids de Berlin, environ 0,0007; l'affinage n'en pourrait avoir lieu sans perte, et cette petite quantité d'argent ne paierait pas les frais de l'opération, si la fonderie ne se trouvait pas dans une contrée où le prix de la houille est très-peu élevé: il y a déjà plus de vingt-cinq ans que ce combustible minéral a remplacé le bois pour la coupellation; car, à cette époque, les plombs pauvres de Tarnowitz avaient été classés parmi les plombs marchands, à cause du prix des bois.

Dans la fonderie de Friedrichshutte, chaque coupellation se fait sur 150 ou 160 q^r. (de Berlin), qui sont mis à-la-fois dans la coupelle; mais à cause du peu de richesse du plomb d'œuvre, on ne pousse pas la coupellation jusqu'à l'apparition de l'éclair; on s'arrête lorsque la masse est réduite à 10, 12 ou 14 quintaux, et on l'enlève comme *plomb concentré*, qui sert ensuite à faire des affinages de plomb riche, duquel on retire l'argent. Il faut communément les produits de 12 ou 15 coupellations pauvres pour en former une riche. L'avantage de cette division des affinages en pauvres et en riches résulte de ce que les coupelles ayant servi au premier travail peuvent être traitées (et même leur milieu) pour obtenir du plomb marchand sans aucune perte sensible d'argent. L'usine dont nous parlons peut être considérée comme celle où l'on retire proportionnellement le plus d'argent du plomb d'œuvre, et elle doit cet avantage à l'emploi de la houille pour chauffer le fourneau et à l'usage des coupelles de marne. Il ne faut pas toujours s'en rapporter aux résultats des fontes et affinages comparés aux essais en petit, d'après lesquels souvent le produit en grand offre un excès sur celui qu'annoncent ces essais, parce qu'on a employé divers moyens pour atteindre ce but.

Plus les plombs d'œuvre sont riches et moins on remarque la perte d'argent qui a lieu en raison de celui qui demeure dans les litharges: on trouverait difficilement des fonderies où les litharges retiennent moins de $\frac{3}{16}$ de loth (0,0001) d'argent au quintal; et, au reste, il est absolu-

ment impossible de séparer cette portion. Dans les plombs riches, par exemple, de 8 loths (4 onces au quintal), cette perte monte à la quarante-troisième partie de la teneur en argent; aussi est-il moins étonnant que dans les plombs qui ne tiennent que $1\frac{3}{4}$ loth (moins d'une once) cette perte s'élève à la neuvième partie du total.

C'est pour cette raison que les fondeurs qui travaillent sur des plombs riches (et la plupart ne coupellent que des plombs qui tiennent plus de 8 loths ou 4 onces au quintal), paraissent opérer d'une manière bien plus avantageuse, si l'on ne considère la perte en argent que relativement aux essais en petit; car quoique les plombs riches donnent des litharges qui contiennent un peu plus d'argent que les plombs pauvres, il arrive cependant que la quantité d'argent extraite des plombs riches est plus considérable proportionnellement que dans les plombs pauvres.

Pour apprécier avec quelque exactitude l'influence que pouvait avoir sur le succès de l'affinage l'emploi des coupelles de marne, on a fait, en 1813, dans la fonderie de Friedrichshutte, neuf affinages dans des coupelles de cendres et un même nombre pour servir de terme de comparaison dans des coupelles de marne; les plombs d'œuvre étaient aussi semblables qu'il est possible. Dans chaque expérience, on affina 1343 quintaux de plomb, qui, d'après les essais en petit, contenaient 137 marcs $11\frac{1}{2}$ loths d'argent fin. Voici le tableau des produits et consommations dans les deux espèces de coupelles:

OBJETS CONSOMMÉS.	Avec la coupelle de cendres.	Avec la coupelle de marne.
	boisseaux. (1)	boisseaux.
Houille.	182	203
Cendres de bois.	90	»
Chaux vive.	27	»
Pierre calcaire bocardée. . .	»	64
Argile bocardée.	»	9
PRODUITS.		
	quintaux.	quintaux.
Litharge marchande.	498	548
Litharge à réduire.	490	623 $\frac{3}{4}$
Fond de coupelle riche. . .	170 $\frac{1}{2}$	69
Fond de coupelle pauvre. . .	224 $\frac{1}{4}$	110 $\frac{1}{2}$
Abstrichs.	29	41 $\frac{1}{2}$
Autres résidus.	47 $\frac{1}{4}$	77 $\frac{1}{4}$

On obtint, après le raffinage de l'argent de coupelle, dans la première opération, 88 marcs 6 $\frac{1}{2}$ loths, et dans la coupelle de marne 104 marcs 15 loths.

En récapitulant et comparant les résultats relatifs à la nouvelle méthode, on voit que l'on obtient en l'employant près de 4 pour 100 de plus en litharge marchande, presque 10 pour 100 de plus en litharge à réduire, et 16 pour 100 en moins de fond de coupelle. L'avantage le plus important que présentent les coupelles en marne, c'est de faire obtenir un produit beaucoup plus grand en litharge marchande et litharge à réduire, et cela en raison de la diminution de la

(1) Le boisseau pour la houille = 2 $\frac{1}{2}$ pi. cub. de France.

masse de fonds de coupelle, qui, pour son traitement ultérieur, donne lieu à d'assez grands frais et à une perte notable sur le plomb; enfin, la grande quantité d'argent que l'on obtient immédiatement sur la coupelle suffirait seule pour assurer la préférence à l'emploi de la marne. On doit remarquer cependant que la coupellation sur de la marne, et dans laquelle il se forme beaucoup plus de litharge que sur la cendre, exige plus de temps que l'autre, et qu'il en résulte une plus grande consommation de combustible; on peut évaluer cette différence à 1 $\frac{2}{3}$ pour cent.

Dans la réduction des litharges et des fonds de coupelle de cendres, on a remarqué que ce dernier produit donnait 1 pour 100 de plus que le fonds de coupelle de marne, et encore n'est-il pas certain que ce résultat ne soit pas accidentel.

Les essais faits sur les plombs d'œuvre riches, dont l'affinage donnait de la litharge que l'on revivifiait pour obtenir un plomb contenant assez d'argent pour être soumis encore à la coupellation, ont fait voir qu'il y avait sur le plomb un excès de produit de 4 p. 100 par l'emploi des coupelles de marne. Relativement à l'argent, on a trouvé que sur un contenu de 124 marcs on obtenait, par le nouveau procédé, 12 marcs 6 $\frac{3}{4}$ loths de plus que sur la coupelle de cendres, et cela immédiatement et par la première opération.

Dans la fonderie de Friedrichshutte, on a calculé, en comptant le plomb à raison de 8 thalers le quintal, et le marc d'argent fin à 14 thalers, que chaque centaine de quintaux de plomb d'œuvre affiné sur des coupelles de marne donne

un bénéfice de 45 thalers (267 fr.) de plus qu'en se servant de coupelles de cendres.

Ces résultats sont si avantageux que l'on ne doit pas hésiter à remplacer dans toutes les fonderies les coupelles de cendres par celles de marne.

Voici le procédé suivi en Silésie pour préparer ces sortes de coupelles : à défaut de marne naturelle propre à former la matière des coupelles, on en compose une artificielle avec de la pierre calcaire et de l'argile à potier. On doit chercher, par des essais, quelle est la proportion la plus avantageuse pour le mélange ; on a employé celle de 27 de calcaire sur 5 d'argile ; on bocarde la première de ces substances aussi fin qu'il est possible, et l'on passe au tamis ; l'argile, préalablement calcinée à une chaleur au-dessous du rouge, est aussi bocardée et tamisée, et l'on mêle ces deux substances aussi exactement que possible et à sec ; on humecte ensuite le mélange, de manière à lui donner une faible adhérence, mais on doit pouvoir encore passer la masse à travers un tamis plus gros : on mélange de nouveau cette marne humide tamisée, et on l'emploie ensuite à former la coupelle.

Quand la coupelle qui a servi au dernier travail est détachée, on prend la moitié de la cendre marneuse qui est restée dans le fourneau, ce qui forme un volume d'environ 12 boisseaux, et l'on y ajoute 8 boisseaux de nouvelle marne, d'abord à sec, puis on l'humecte, on la tamise et on mêle bien. De ce mélange, humide seulement au point de se laisser façonner en boule dans la main, on prend environ 2 boisseaux, que l'on humecte plus fortement encore, parce qu'ils sont

destinés à faire le sol de la *voie* de la litharge. L'autre partie de la marne restée dans le fourneau est humectée sans en être retirée, puis travaillée avec le *racloir*, et rangée au bord pour former la partie extérieure de la coupelle ; ensuite on apporte la marne préparée nouvellement, et on la verse en allant des bords vers le milieu, en façonnant la coupelle comme à l'ordinaire. On la bat d'abord avec un billot de bois, puis avec un pilon de fer, bien uniformément et avec le plus grand soin possible.

Il faut remarquer seulement que le mélange des terres et la préparation de la coupelle demandent plus de soins et de temps que lorsqu'on emploie de la cendre ; il faut aussi que la voie de la litharge soit faite avec plus de précautions, parce qu'elle exige un curage plus fréquent et qu'il est plus difficile de la conserver.

La préparation (mélange) de la marne, la formation d'une nouvelle coupelle et le chargement, exigent environ 12 heures de temps pour un maître-affineur et trois aides.

Le chargement du plomb et la conduite de la coupellation se font absolument de la même manière qu'avec les coupelles de cendre. Après que le plomb est arrangé, on allume le feu, et on le conduit lentement jusqu'à ce que tout le métal soit fondu et rouge, ce qui exige environ 6 heures : alors on fait la voie de la litharge, et on enlève les abstrichs (ce qui se fait en trois quarts d'heure ou une heure) ; ensuite on ferme avec des briques la rigole, et l'on donne le vent pour former de la litharge.

Pour une coupellation ordinaire de 160 quin-

taux de plomb d'œuvre pauvre que l'on réduira à 10 quintaux de plomb riche, la formation de la litharge emploie 36 heures; mais pour un affinage de plomb riche, il faut de 40 à 44 heures: ainsi, 12 heures pour la formation de la coupelle et le chargement, 6 heures jusqu'à la séparation de l'abstrich, 2 heures jusqu'à ce qu'on fasse jouer les soufflets, et 36 heures pour former la litharge. C'est donc, pour le plomb pauvre, en tout 56 heures, et pour le plomb riche de 60 à 62 heures. Lorsque l'opération va très-bien, on peut gagner 4 ou 6 heures.

Quand on employait des coupelles de cendres, il ne fallait en tout, pour le plomb pauvre, que 40 heures, et pour le plomb riche 45 heures; c'est environ 6 heures de moins: mais aussi on obtient, dans une seule coupellation, 21 quintaux de litharge de plus, ou 14 pour 100, en se servant de marnes. Il faut trois maîtres-affineurs, qui travaillent pendant environ 14 heures, les uns après les autres, avec un aide.

Emploi des matières terreuses calcaires pour la coupellation à Poullaouen.

Les matières terreuses calcaires ont aussi remplacé les cendres que l'on employait en France pour former les coupelles d'affinage: c'est à Poullaouen que M. Juncker, ingénieur des mines, Directeur, a introduit, depuis l'année 1817, ce perfectionnement très-notable dans l'art de séparer en grand et d'une manière économique l'argent d'avec le plomb qui en contient très-peu.

Les coupelles étaient autrefois formées de cendres lessivées qu'on achetait à la Rochelle, et

c'étaient principalement des cendres de sarment, celles du pays ne pouvant à elles seules faire de bonnes coupelles. M. Juncker, ayant analysé les cendres de la Rochelle, reconnut qu'elles renfermaient beaucoup de chaux, et il chercha sur-le-champ à composer un mélange artificiel qui pût les remplacer à moins de frais.

On retire de la rade de Morlaix, sous le nom de *merle*, ou sable de mer, des débris de coraux, madrépores et coquillages, qui servent à amender les terres; toutes ces matières, éminemment calcaires, furent jugées très-propres à être substituées aux cendres: on les fit calciner légèrement, moudre et tamiser, et en les mêlant avec de l'argile préparée, on en fit une coupelle qui réussit très-bien.

Les coupelles de *merle* se comportent mieux que celles de cendres pendant l'affinage; car celles-ci manquaient de consistance et se fendaient souvent par le fond, d'où résultaient de graves accidens et des pertes très-notables, qui n'ont plus lieu avec les nouvelles coupelles. On évalue à 9 ou 10,000 francs l'économie annuelle qu'elles procurent à l'établissement.

Le *merle* est rougi dans un fourneau à réverbère qui servait pour les cendres; on l'étend en couches épaisses de 3 à 4 pouces, et l'on remue de temps en temps avec un *râble*; cette opération s'exécute sur 20 pieds cubes, et dure 10 heures. On porte ensuite la matière sous une meule de granite, où elle est broyée; on la passe dans un tamis de batiste: ce sont des enfans qui veillent à la mouture et au tamisage; on mêle ensuite cette poudre fine avec de la coupelle ancienne

et de l'argile séchée au - dessus du four de grillage du *merle*, et, après cela, pulvérisée et tamisée ; on emploie les proportions suivantes en volume : débris de coupelle, $\frac{3}{4}$ parties ; *merle* neuf, une partie ; argile, $\frac{1}{3}$ de partie ; on y ajoute quelquefois un huitième à un dixième de tuf calcaire blanc grillé, pulvérisé et tamisé comme le *merle*. Il faut environ 12 hectolitres de mélange pour former une coupelle ; on humecte avec 4 ou 5 hectolitres d'eau, et l'on prépare la coupelle comme à l'ordinaire, en la battant uniformément et avec les plus grandes précautions.

ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA FIN DU PREMIER TRIMESTRE
DE 1825 ET LE COMMENCEMENT DU SECOND
DE CETTE MÊME ANNÉE.

~~~~~

*ORDONNANCE du 9 février 1825, relative à la  
classification des établissemens dangereux, insalubres ou incommodes.*

Classifica-  
tion d'éta-  
blissemens  
divers.

CHARLES, etc., etc., etc. ;

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

Vu le décret du 15 octobre 1810, et les ordonnances des 14 janvier 1815, 29 juillet 1818, 25 juin et 2 avril 1823, et 20 août 1824 ;

Notre Conseil d'État entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1<sup>er</sup>. Sont rangés dans la première classe des établissemens dangereux, insalubres ou incommodes :

Les fabriques de toile cirée ;

Les fabriques d'urate ;

Les dépôts de matières provenant de la vidange des latrines ou des animaux, destinés à servir d'engrais ;

Les dépôts et les ateliers pour la cuisson ou dessiccation du sang des animaux, destinés à la fabrication du bleu de Prusse ;

Les dépôts de chairs ou débris d'animaux ; les ateliers ou les fabriques où ces matières sont préparées par la macération, ou desséchées pour être employées à quelque autre fabrication ;

Les fabriques de *dégras*, ou huile épaisse à l'usage des tanneurs ;

Les voiries et dépôts de boue ou de toute autre sorte d'immondices ;

Le travail en grand des résines, goudrons, galipots, arcançons, et de toute autre matière résineuse, soit pour la fonte et l'épuration de ces matières, soit pour en extraire la térébenthine.

ART. II. Sont rangés dans la deuxième classe :

Les moulins à farine dans les villes ; les moulins à broyer le plâtre, la chaux et les cailloux ;

Les fabriques de colle de peau de lapin ;

Les ateliers pour la salaison et le saurissage des poissons ;

Les fonderies à fourneaux à la *Vilkinson* ;

Les dépôts d'huile de térébenthine et d'autres huiles essentielles, lesquels devront en outre être tenus isolés de toute habitation ;

Les distilleries d'extrait d'absinthe ;

Les fabriques de tôle vernie ;

Les fabriques de bitume en planches.

ART. III. Sont rangés dans la troisième classe :

Les fabriques de borax artificiel ;

Les fabriques de fécule de pomme de terre ;

l'extraction du sirop de la fécule de pomme de terre ;

Les fabriques de chicorée-café ;

La fabrication de la gélatine extraite des os ;

Les ateliers de toiles peintes ;

Les dépôts de charbon de bois dans les villes ;

Les chantiers de bois à brûler dans les villes ;

Les fabriques de chromate de plomb ;

Les fabriques de bougies de blanc de baleine ;

Les ateliers pour le grillage des tissus de coton par le gaz (la surveillance de la police locale, établie par l'ordonnance du 20 août 1824 pour les ateliers d'éclairage par le gaz, est applicable aux ateliers pour le grillage) ;

L'établissement des lavoirs à laine.

ART. IV. Les fabriques d'acide nitrique (eau-forte) où la décomposition du salpêtre par l'acide sulfurique a lieu dans des vases clos, au moyen de l'appareil de *Woolf*, sont comprises dans la deuxième classe.

ART. V. Les ateliers à enfumer les sabots, dans lesquels il est brûlé de la corne ou d'autres matières animales, dans les villes, sont compris dans la première classe.

ART. VI. L'affinage de l'or ou de l'argent par l'acide sulfurique est rangé dans la première classe quand les gaz dégagés pendant cette opération sont versés dans l'atmosphère, et il est placé dans la deuxième classe quand ces mêmes gaz sont condensés complètement.

ART. VII. La fusion du soufre pour le couler en canons, et l'épuration de cette matière par fusion ou décantation, sont comprises dans la deuxième classe.

La purification du soufre par distillation, et la fabrication des fleurs de soufre restent placées dans la première classe.

ART. VIII. Les dispositions de l'ordonnance du 14 janvier 1815, qui ont rangé les fabrications de noir d'os ou d'ivoire dans la première classe lorsqu'on n'y brûle pas la fumée, et dans la troisième classe lorsque la fumée est brûlée, sont applicables à toute calcination d'os d'animaux, fabrication ou revivification de charbon animal.

ART. IX. La fabrication du chlore (acide muriatique oxigéné) et celle des chlorures alcalins (eau de Javelle) sont placées dans la deuxième classe, quand ces produits sont employés dans les établissemens mêmes où ils sont préparés.

La fabrication en grand des chlorures alcalins destinés au commerce, aux fabriques et aux arts, est rangée dans la première classe.

ART. X. L'établissement des fabriques, ateliers, dépôts compris dans les articles qui précèdent, ne pourra plus avoir lieu qu'après l'accomplissement des formalités déterminées par le décret du 15 octobre 1810 et l'ordonnance du 14 janvier 1815, suivant la classe à laquelle ils appartiennent.

ART. XI. 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.

Usine à fer de Bruniquel. *ORDONNANCE du 24 février 1825, portant autorisation de transférer l'usine à fer de Courbeval (Tarn-et-Garonne) au lieu dit de Caussanus, sur l'Aveyron, commune de Bruniquel.*

( Extrait. )

CHARLES, etc., etc., etc.;

ART. I<sup>er</sup>. Le sieur Lapeyrière (Jean-Joseph-Augustin) est autorisé à transférer son usine, dite de Courbeval, département de Tarn-et-Garonne, au lieu dit de Caussanus, sur l'Aveyron, commune de Bruniquel, pour continuer la fonte des minerais de fer de Penne et de Puycelsy.

ART. II. La consistance de l'usine de Caussanus est et demeure fixée conformément aux plans joints à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

- 1<sup>o</sup>. En deux hauts-fourneaux renfermés dans la même masse ;
- 2<sup>o</sup>. En trois feux d'affinerie, avec un gros marteau et deux laminoirs ;
- 3<sup>o</sup>. En une chaufferie avec son martinét ;
- 4<sup>o</sup>. Enfin, en deux fourneaux à réverbère.

ART. III. L'impétrant est autorisé à construire une digue à Caussanus, sur l'Aveyron, au point indiqué sur le plan.

Il fera poser sur le parement vertical de la seconde pile des vannes de fond trois repères ayant la forme d'un T ; le premier déterminera la hauteur du barrage, et sera établi à six mètres soixante-dix centimètres en contre-bas du repère qui a été placé, le 8 mars 1822, par l'ingénieur des ponts et chaussées de l'arrondissement, en présence du maire de Bruniquel, suivant le procès-verbal du même jour.

Le second repère sera fixé à trente-deux centimètres au-dessus du premier, sur ladite pile.

Le troisième sera placé au-dessous des deux premiers, à deux mètres 27 centimètres en contre-bas de celui qui fixe la hauteur du barrage.

ART. IV. Dès que les eaux de l'Aveyron atteindront le

niveau du second des trois repères à poser, conformément à ce qui est ci-dessus prescrit, l'impétrant sera tenu d'ouvrir successivement les vannes de décharge et de fond, dans le cas où la rivière dépasserait ce *maximum* d'élévation, et dans les grandes crues d'eau, toutes les vannes, sans exception, devront être ouvertes.

ART. V. Toute contravention quelconque aux dispositions de l'article précédent sera constatée par le maire de Bruniquel et dénoncée au procureur du Roi près le tribunal correctionnel de l'arrondissement ; elle entraînera en outre la révocation immédiate de la concession relative au cours d'eau.

ART. VI. L'étendue de cette concession sera déterminée par le troisième repère mentionné en l'article 3 de la présente ordonnance ; en conséquence, il ne pourra jamais être établi d'usine particulière en aval qu'autant que le remous qui serait produit par son barrage ne dépasserait pas, à l'étiage, le niveau de ce même repère.

ART. VII. Les ouvrages autorisés par la présente ne seront exécutés néanmoins que sous les conditions suivantes :

1<sup>o</sup>. En tête du canal de prise d'eau, il sera établi des vannes de fond, dont la largeur totale ne pourra être moindre de cinq mètres, et dont le seuil sera à trois mètres quarante-cinq centimètres en contre-bas du niveau supérieur du barrage ;

2<sup>o</sup>. Le dessus de ces vannes et celles de décharge sera au même niveau que la crête de ce barrage.

ART. VIII. Sans préjudice des autres charges ci-dessous indiquées, le sieur Lapeyrière ne pourra mettre en jeu la nouvelle usine qu'après qu'un ingénieur des ponts et chaussées aura constaté, aux frais de l'impétrant, que les ouvrages mentionnés dans les articles précédents auront été exécutés conformément à ce qui est prescrit. Le procès-verbal de cette vérification sera dressé en triple expédition, dont une sera déposée aux archives de la préfecture, la deuxième à la mairie de Bruniquel, et la troisième sera laissée au sieur Lapeyrière.

ART. IX. Il est expressément défendu au sieur Lapeyrière de rien changer, à moins qu'il n'obtienne ultérieurement

ment l'autorisation dans les formes voulues par la loi, ni à la consistance de l'usine, telle qu'elle est figurée aux plans, ni aux ouvrages indiqués dans les articles précédens.

ART. X. Le sieur Lapeyrière sera tenu de faire usage de la présente autorisation dans le délai de deux ans, à compter du jour de la notification de la présente ordonnance, sous peine de révocation immédiate de cette même autorisation.

ART. XVI. Il ne pourra employer dans ses fourneaux que des minerais provenant des mines concédées, ou dont l'exploitation aura été légalement autorisée.

Usine à fer  
de Vizille.

*ORDONNANCE du 24 février 1825, portant que les sieurs de Blumenstein et de Miremont sont autorisés à établir près de Vizille (Isère), sur un canal de dérivation des eaux de la Romanche, quatre hauts-fourneaux pour la fusion des minerais de fer, conformément au plan joint à la présente ordonnance; et à la charge, par les impétrans, de ne consommer que des combustibles minéraux, et de n'employer que des minerais provenant d'exploitations légalement autorisées.*

Mines de fer  
d'Eichen-  
Runz.

*ORDONNANCE du 10 mars 1825, portant concession des mines de fer situées dans la forêt communale d'Eichen-Runz (Haut-Rhin).*

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur Henri Stebelin des mines de fer existant dans la forêt communale nommée Eichen-Runz, sur le territoire des communes de Watwiller et de Hartmanswiller, département du Haut-Rhin.

ART. II. Cette concession, d'une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés quatre-vingt-dix hectares, est limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, comme il suit, savoir :

A l'est, par une ligne droite partant du clocher du village de Hartmanswiller et aboutissant aux grands rochers de la montagne de l'Eichen-Runz, nommée Sand-Gruben-Kopf;

Au nord, par les mêmes rochers, lesquels forment le sommet du triangle qui comprend le terrain concédé;

A l'ouest, par une ligne droite partant desdits rochers et aboutissant au clocher du village de Watwiller;

Au midi, par une ligne droite partant de ce même clocher et aboutissant à celui de Hartmanswiller.

ART. VII. Le cahier des charges contenant les dispositions relatives à la conservation des mines et des forêts communales, tel qu'il a été adopté par l'administration forestière, par notre conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines, et consenti par l'impétrant, est approuvé et demeure annexé à la présente ordonnance, comme condition essentielle de la concession, et l'administration pourra en faire exécuter d'office les dispositions aux frais du concessionnaire, en cas de non-exécution de la part de ce dernier.

*Cahier des charges pour la concession de la mine de fer d'Eichen-Runz.*

(Extrait.)

ART. XV. Le concessionnaire sera civilement responsable des délits commis dans les bois communaux de Watwiller et d'Hartmanswiller, soit par les ouvriers employés à l'extraction, soit par les voituriers ou animaux employés au transport du minerai.

ART. XVI. Dans le cas où le minerai extrait se trouverait trop éloigné des chemins actuellement existans, le concessionnaire se concertera avec les maires respectifs et les agens de l'administration forestière pour l'établissement des chemins, auquel il a droit suivant l'article 80 de la loi du 21 avril 1810; il en sera de même pour l'emplacement des déblais.

ART. XVII. L'impétrant devra combler toutes les excavations, niveler le terrain autant que possible, et repiquer chaque année en glands, de la manière indiquée par l'administration des forêts, les parties de bois communaux qui auront été dépeuplées.



ART. XVIII. Tous les animaux employés au transport des mines seront muselés.

ART. XIX. Les terres végétales enlevées pour les travaux d'exploitation ou de recherches seront réunies en tas et non éparpillées, pour qu'elles perdent le moins possible de leurs substances nutritives par l'action successive du soleil et de la pluie.

ART. XX. Le concessionnaire devra exploiter de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers et la conservation de la mine et de la forêt. Il se conformera en conséquence aux instructions qui lui seront données par l'administration des mines et par les ingénieurs des mines de l'arrondissement, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des travaux pourront donner lieu. Il se conformera aussi aux instructions qui lui seront données par l'inspecteur des forêts de l'arrondissement pour tout ce qui concerne la conservation des bois communaux de Watwiller et de Hartmanswiller.

Mines de  
houille d'A-  
niches.

ORDONNANCE du 6 avril 1825, concernant la redevance proportionnelle des mines de houille d'Aniches (Nord) pour les années 1824, 1825 et 1826.

Mine de  
schiste car-  
bo-bitu-  
mineux de  
Ménat.

ORDONNANCE du 20 avril 1825, portant concession d'une mine de schiste carbo-bitumineux, située commune de Ménat (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur Antoine-Héliotrope-Auguste Bergouhnioux fils, de la mine de schiste carbo-bitumineux, sise commune de Ménat, département du Puy-de-Dôme, sur une étendue de trente-cinq hectares environ, limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord-est, en suivant la route de Clermont à Mont-Luçon, depuis sa rencontre avec le ruisseau de la Mer jusqu'à son intersection avec une ligne droite menée par les colombiers Mathet et Mont-Brun ;

Au nord, à partir de ce dernier point d'intersection et par la ligne droite ci-contre jusqu'au colombier Fournier au Mont-Brun ;

Au nord-ouest, à partir de ce dernier colombier et par une ligne droite menée jusqu'au lieu dit Rouquinelles, où il sera planté une borne ;

Au sud-ouest, à partir de cette borne par une ligne droite dirigée sur le lieu dit la Butte, et jusqu'à son point de rencontre avec la rive droite du ruisseau de la Mer ;

Au sud, à partir de ce dernier point d'intersection, il sera planté une borne par la rive gauche du ruisseau de la Mer jusqu'à sa rencontre avec la grande route de Mont-Luçon, point de départ.

ART. II. Le concessionnaire paiera annuellement, entre les mains du receveur des contributions, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810.

ART. III. En exécution des articles 6 et 42 de la même loi, il paiera aux propriétaires de la surface une redevance égale au quart du produit brut, tant que l'exploitation sera faite à ciel ouvert.

Le cas arrivant d'une exploitation par travaux souterrains, la redevance sera déterminée suivant les proportions indiquées par le tableau inséré dans l'ordonnance du 30 août 1820, au sujet des mines de houille de Roche-la-Moillère et de Firminy, département de la Loire (1).

ART. IV. La redevance sera payée en argent aux propriétaires du sol, en suite de l'estimation de la portion du produit brut qui leur est attribuée par l'article précédent. Cette estimation sera faite de gré à gré entre eux et le concessionnaire, ou par des experts choisis ou nommés d'office.

ART. V. Le concessionnaire reste tenu en outre au paiement de toutes indemnités envers les propriétaires de la surface, dans tous les cas prévus par les articles 43 et 44 de la loi susnommée.

ART. VI. Il se conformera aux clauses, charges et conditions exprimées ci-après :

(a) Il approfondira verticalement le lit du ruisseau de la

(1) Voyez *Annales des Mines*, Tome V, p. 597.

Mer (en commençant par sa partie inférieure) jusqu'au niveau de son confluent avec le ruisseau du Coupier ou de la Faye.

(b) Il sera procédé, au fur et à mesure de cet approfondissement, à l'exploitation à ciel ouvert du schiste carbonifère, en s'avancant par un ou plusieurs gradins ordinaires, suivant la hauteur de la masse minérale, depuis le niveau des eaux jusqu'à la terre végétale.

(c) Pour cet effet, on enlèvera au fur et à mesure la terre végétale superficielle, et on recouvrira avec soin les déblais ou schistes de mauvaise qualité laissés derrière soi, afin de rendre, par là, à l'agriculture les champs envahis par l'exploitation.

(d) Sur le haut des gradins, on se ménagera des chemins d'extraction et des aqueducs convenables pour conduire les matières et l'eau jusqu'au ruisseau de la Mer, sur le bord duquel sera établi le chemin principal de roulage.

(e) On exploitera de front toutes les propriétés, sans exception, qui se trouveront rencontrées, en payant au préalable les indemnités dues pour les terrains ou dommages causés d'une manière quelconque.

(f) Dans le cas où les travaux d'exploitation du schiste nuiraient à l'exploitation présente ou future du tripoli, le concessionnaire sera tenu, si le propriétaire de la surface l'exige, d'acheter les portions du sol qui y correspondent. L'évaluation du prix sera faite conformément aux règles établies par les articles 43 et 44 de la loi.

(g) Tout passage, pont et voie publique ou particulière interceptés par l'exploitation, seront préalablement remplacés par le concessionnaire, qui paiera en outre une indemnité fixée à l'amiable, ou à dire d'experts, soit aux particuliers, soit à la commune, dans le cas où la nouvelle communication se trouverait plus incommode que l'ancienne.

(h) Le concessionnaire est obligé à remplir les conditions ci-dessus, non-seulement à l'égard de l'administration et du maire de Ménat, mais encore vis-à-vis les propriétaires et les autres personnes intéressées, qu'il indemnifiera, dans tous les cas, préalablement, et conformément aux lois, de toutes les pertes et dommages qu'il pourra leur causer, soit en enlevant ou desséchant les terrains, soit en tarissant les sources, en gênant l'exploitation des domai-

nes, ou enfin en nuisant d'une manière quelconque dans le présent ou l'avenir.

(i) Le concessionnaire sera tenu de pratiquer des trous de sonde en nombre suffisant aux points qui lui seront indiqués par l'administration, pour reconnaître la disposition du gîte au-dessous du niveau du ruisseau de la Mer.

Il sera statué ultérieurement par l'administration sur le mode qui devra être suivi pour l'exploitation de cette partie de sa concession.

*ORDONNANCE du 27 avril 1825, portant autorisation d'établir une usine pour la fabrication du fer en la commune d'Uzeste (Gironde).*

Usine à fer  
d'Uzeste.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Le sieur de Groc est autorisé à établir sur son domaine d'Illon, commune d'Uzeste, département de la Gironde, une usine pour la fabrication du fer; la consistance de cette usine est et demeure fixée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, en un haut-fourneau à fondre le minerai et en deux feux d'affinerie avec un marteau à ordon.

ART. II. L'impétrant est également autorisé à transformer, lorsqu'il le jugera convenable, les deux feux d'affinerie, en deux fourneaux à réverbère, pour affiner; et, le marteau, en cylindres avec deux fourneaux à réverbère, pour chauffer le fer.

ART. III. Il ne pourra employer dans ses fourneaux à réverbère aucun autre combustible que la houille.

ART. IV. Le sieur de Groc ne traitera dans son usine que des minerais provenant d'exploitations légales.

*ORDONNANCE du 4 mai 1825, portant que le sieur Louis Rousseau est autorisé à établir une verrerie, à verre blanc, dans la propriété du sieur Patouillard, près du village de la Ricamarie, commune de Valbenoite (Loire), et que cette même usine consistera en un seul*

Verrerie de  
Valbenoite

*four à huit pots, qui sera chauffé avec de la houille.*

Mines de  
houille de  
St.-Étienne.

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

[ Suite (1) ].

23. ORDONNANCE du 12 mai 1825.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait, sous le nom de concession de la Porchère, aux sieurs Jacques Salichon, Pierre-Maurice de Praudière, Jean-Baptiste Paillon, Nicolas-Auguste Ravel de Malval et Sébastien Savy, concession des mines de houille faisant partie du périmètre n<sup>o</sup>. 6 de l'arrondissement houiller de Saint-Étienne, et comprises dans les limites ci-après :

A l'est, de la borne qui forme la limite nord-est de la concession des mines de houille de Firminy et Roche-la-Molière, une suite de lignes droites passant successivement par le confluent du ruisseau de Rientort et de la rivière de Furens, par l'angle sud-est de la Charvonnière (s'appuyant aussi sur la concession Du Cros), l'angle ouest de la Gouyonnière et l'angle sud-ouest de la Grange supérieure de la Teyrie;

Au nord, de l'angle sud-ouest de la Grange supérieure de la Teyrie, une ligne droite tirée du milieu du pont jeté sur le ruisseau de Malval et situé sur la grande route de Saint-Étienne à Montbrison, et de ce point une autre ligne droite tirée à l'angle nord de la maison de Boulin au hameau du Bas-Avernois, jusqu'à son intersection avec la ligne droite marquée à l'encre rouge sur le plan ci-joint, tirée du clocher de la Fouillouse, et passant à l'angle nord de la Vazille.

A l'ouest, une ligne droite tirée du clocher de la Fouillouse, passant par l'angle nord de Vazille, et prolongée

(1) Voyez, *Annales des Mines*, même volume, p. 367, une note des Rédacteurs, relative aux ordonnances dont il s'agit.

jusqu'à son intersection avec la ligne droite qui forme la limite nord de la concession des mines de houille de Firminy et de Roche-la-Molière ;

Au sud, de cette intersection, la limite nord de ladite concession des mines de Firminy et de Roche-la-Molière, jusqu'à la borne nord-est susmentionnée, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de dix kilomètres carrés soixante-un hectares, conformément au plan qui restera joint à la présente ordonnance.

24. ORDONNANCE du 12 mai 1825.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait, sous le nom de concession du Martoret, aux sieurs Maniquet et consorts concession des mines de houille comprises sous le périmètre n<sup>o</sup>. 23 bis de l'arrondissement houiller de Saint-Étienne, département de la Loire.

ART. II. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance :

Au nord, de l'angle le plus à l'ouest des bâtimens du hameau Girard, les deux lignes droites qui limitent au sud la concession du Sardon, et dont la seconde se termine à une borne établie par un rocher situé sur le chemin de Rive-de-Gier à Farnay ;

A l'est, de cette dernière borne, le chemin de Farnay, jusqu'à la rencontre de la droite prolongée qui passe par le milieu de la ligne qui joint les centres des puits Moïse et Sainte-Barbe, et qui se termine à la jonction des axes du ruisseau d'Égarande et du chemin venant de Rive-de-Gier, en passant par les Combes ; puis, cette dernière droite qui aboutit audit point de jonction des axes du ruisseau d'Égarande et du chemin de service de Rive-de-Gier, en passant par les Combes ;

Au sud, de ce point de jonction, une droite tirée à un point pris à cinq cent vingt mètres au sud-est du hameau Girard, sur le prolongement de la ligne qui passe par l'an-

gle ouest dudit hameau et le milieu du pont du Logis Brûlé, situé sur la grande route de Saint-Étienne à Lyon, ligne qui forme aussi la limite ouest de la concession du Sardon;

A l'ouest, du point situé à cinq cent vingt mètres au sud-est du hameau Girard, la ligne précédente tirée à l'angle le plus à l'ouest des bâtimens dudit hameau, point de départ.

L'étendue superficielle comprise dans les limites indiquées ci-dessus est de quarante-huit hectares.

Patouillet et  
lavoir de la  
Chapelle-  
St.-Quillain.

*ORDONNANCE du 12 mai 1825, portant autorisation de conserver et de maintenir en activité un patouillet à cheval, et un lavoir à bras, situés en la commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône).*

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Les sieurs Martin et compagnie sont autorisés à conserver et maintenir en activité le patouillet à cheval et le lavoir à bras construits conformément au plan joint à la présente ordonnance, pour le lavage des minerais de fer, sur le ruisseau de Mazibey, dans un terrain qu'ils tiennent, par convention particulière, du sieur Deville, commune de la Chapelle-Saint-Quillain, département de la Haute-Saône.

ART. II. Ce patouillet et le lavoir sont affectés exclusivement au fourneau de Montcley, département du Doubs.

ART. XIII. Les impétrans n'entreprendront aucune extraction de minerais qu'après avoir obtenu l'autorisation prescrite par la loi du 21 avril 1810, relativement à l'exploitation des mines et minières de fer.

(La suite à la prochaine livraison.)

## TABLE DES MATIÈRES

### CONTENUES DANS LE TOME X.

#### *Géologie et Minéralogie.*

|                                                                                                                                                                                                                                     |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| NOTICE géognostique sur quelques parties de la Bourgogne; par M. <i>De Bonnard</i> , Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines. Lue à l'Académie royale des Sciences, les 20 septembre et 11 octobre 1824. . . . .          | Pag. 193 et 427 |
| SUITE de la notice sur le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais d'étain et de cuivre du Cornouailles; par MM. <i>Dufrenoy</i> et <i>Elie de Beaumont</i> , Ingénieurs au Corps royal des Mines. . . . .            | 331 et 401      |
| Gisement des minerais de zinc en Angleterre; par M. <i>Dufrenoy</i> . . . . .                                                                                                                                                       | 481             |
| MÉMOIRE sur les principales roches qui composent le terrain intermédiaire, dans le départ. du Calvados (lu à l'Académie royale de Caen, le 3 mai 1824); par M. <i>Hérault</i> , ingénieur en chef au Corps royal des Mines. . . . . | 511             |
| Supplément au premier Mémoire de M. <i>Hérault</i> , sur les terrains du département du Calvados; par l'auteur. . . . .                                                                                                             | 529             |

#### *Chimie; Recherches docimastiques; Analyses de substances minérales.*

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CHIMIE (Extraits de journaux) . . . . .                                                                                                                  | 65 |
| — 1. Sur une relation remarquable qui existe entre la forme cristalline, le poids d'un atome et la pesanteur spécifique de plusieurs substances. . . . . | 65 |
| — 2. Sur la contraction produite par la chaleur dans les cristaux. . . . .                                                                               | 70 |

|                                                                                                                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| — 3. Sur la direction des axes de double réfraction dans les cristaux. . . . .                                                                                                                   | Pag. 71    |
| — 4. Mouvement du mercure produit par un courant électrique. . . . .                                                                                                                             | <i>Ib.</i> |
| — 5. Table des forces élastiques de la vapeur d'eau à diverses températures. . . . .                                                                                                             | 72         |
| — 6. Siphons en verre de M. <i>Bunten</i> . . . . .                                                                                                                                              | 73         |
| — 7. Siphon de M. <i>Himpel</i> , chimiste à Berlin. . . . .                                                                                                                                     | 75         |
| — 8. Sur les petites coupelles employées dans les essais au chalumeau. . . . .                                                                                                                   | 76         |
| — 9. Sur les propriétés éclairantes du gaz hydrogène extrait de l'huile, et de celui qu'on tire du charbon de terre. . . . .                                                                     | 77         |
| — 10. Analyse de quelques composés aëriiformes de l'azote. . . . .                                                                                                                               | <i>Ib.</i> |
| — 11. Nouveau composé d'iode, d'hydrogène et de carbone ou proto-hydriodure de carbone. . . . .                                                                                                  | 78         |
| — 12. Cyanure d'iode. . . . .                                                                                                                                                                    | 80         |
| — 13. De la nature et des propriétés de l'indigo. . . . .                                                                                                                                        | 82         |
| — 14. Description du silicium, et de la manière dont il se comporte avec d'autres corps. . . . .                                                                                                 | 83         |
| — 15. Note sur la liquéfaction de l'acide sulfureux. . . . .                                                                                                                                     | 88         |
| — 16. Nouvelles recherches sur l'acide sulfurique de Saxe. . . . .                                                                                                                               | 89         |
| — 17. Recherches analytiques sur l'acide cyanique. . . . .                                                                                                                                       | 92         |
| — 18. Sur la réaction du sulfure de carbone et de l'ammoniaque dissous dans l'alcool; sur les combinaisons qui en résultent, et particulièrement sur un nouveau genre de sulfo-cyanates. . . . . | 95         |
| — 19. Recherches sur l'acide fluorique et ses combinaisons les plus remarquables. . . . .                                                                                                        | 96         |
| — 20. Sur les nitrières naturelles de Ceylan. . . . .                                                                                                                                            | 109        |
| — 21. Sur le nitrate de strontiane. . . . .                                                                                                                                                      | 110        |
| — 22. Instruction sur l'essai du chlorure de chaux. . . . .                                                                                                                                      | 111        |
| — 23. Sur la décomposition des sulfates métalliques par l'hydrogène. . . . .                                                                                                                     | 118        |
| — 24. Sur les battitures de fer. . . . .                                                                                                                                                         | 120        |
| — 25. Recherches sur l'urane. . . . .                                                                                                                                                            | 130        |
| — 26. Expériences sur l'oxide d'urane et sur ses combinaisons. . . . .                                                                                                                           | 137        |
| — 27. Préparation de l'oxide d'urane. . . . .                                                                                                                                                    | 141        |
| — 28. Sur la composition de l'oxide de nickel. . . . .                                                                                                                                           | 144        |

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| — 29. Sur la corrosion du cuivre qui forme la doubleure des vaisseaux. . . . . | Pag. 149   |
| — 30. Excellent réactif pour le cuivre. . . . .                                | 150        |
| — 31. Sur le cuivre blanc ou packfond. . . . .                                 | <i>Ib.</i> |
| — 32. Sur l'essai et le traitement du sulfure d'antimoine. . . . .             | 153        |
| — 33. Analyse du fulminate d'argent. . . . .                                   | 169        |
| — 34. Réactif pour le platine. . . . .                                         | 176        |

## ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES. (Ext. de journ.) 247

|                                                                                                                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| — 1. Sur l'existence d'un groupe mobile de cristaux de carbonate de chaux dans l'intérieur d'un cristal de quartz. . . . .                                                                                            | <i>Ib.</i> |
| — 2. Gangue des diamans du Brésil. . . . .                                                                                                                                                                            | <i>Ib.</i> |
| — 3. Suif de montagne. . . . .                                                                                                                                                                                        | 248        |
| — 4. Note sur le bitume contenu dans les mines de soufre. . . . .                                                                                                                                                     | <i>Ib.</i> |
| — 5. Sur l'existence du bitume dans les pierres. . . . .                                                                                                                                                              | 249        |
| — 6. Découverte de l'iode dans le sel de Bex. . . . .                                                                                                                                                                 | 251        |
| — 7. Analyse de l'eau de Rio-Vinagre, dans les Andes de Popayan, avec des éclaircissemens géognostiques et physiques sur quelques phénomènes que présentent le soufre, l'hydrogène et l'eau dans les volcans. . . . . | <i>Ib.</i> |
| — 8. Recherches sur le mica. . . . .                                                                                                                                                                                  | 253        |
| — 9. Note sur la présence du titane dans le mica. . . . .                                                                                                                                                             | 255        |
| — 10. Recherches sur l'armotome de Marbourg. . . . .                                                                                                                                                                  | <i>Ib.</i> |
| — 11. Analyse de la pinite de St.-Pardoux en Auvergne. . . . .                                                                                                                                                        | 257        |
| — 12. Examen chimique d'un fragment d'une masse saline considérable rejetée par le Vésuve dans l'éruption qui a eu lieu en 1822. . . . .                                                                              | <i>Ib.</i> |
| — 13. Analyse du sel gemme de Vic (Meurthe) et du sel des marais salans de Marennes (Char.-Inf.). . . . .                                                                                                             | 258        |
| — 14. Analyse des polyalithes de Vic. . . . .                                                                                                                                                                         | 260        |
| — 15. Analyse des eaux minérales de Bex. . . . .                                                                                                                                                                      | 262        |
| — 16. Analyse de la sodalite du Vésuve. . . . .                                                                                                                                                                       | <i>Ib.</i> |
| — 17. Analyse de l'analcime. . . . .                                                                                                                                                                                  | 263        |
| — 18. Examen comparatif d'un fossile de Kaisersthal, dans le district de Freyberg, et de l'éleolithe de Laurvig en Norvège. . . . .                                                                                   | 264        |
| — 19. Analyse de la scapolite de Pargas. . . . .                                                                                                                                                                      | 265        |

|                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| — 20. Description de l'achmite. . . . .                                                               | Pag. 265   |
| — 21. Sur le baryto-calcite. . . . .                                                                  | 266        |
| — 22. Spath calcaire strié ( <i>streifens-spath</i> ) . . . . .                                       | <i>Ib.</i> |
| — 23. Analyse de la pierre à chaux d'Aberthaw. . . . .                                                | 267        |
| — 24. Analyse de la pierre calcaire de Flavigny et de la chaux de Richard-Mesnil, près Nancy. . . . . | <i>Ib.</i> |
| — 25. Recherches sur la prétendue trémolite de Gjellebaek près Christiana, en Norwège. . . . .        | 268        |
| — 26. Analyse de l'Essonite de Ceylan . . . . .                                                       | 269        |
| — 27. Analyse de la magnésie carbonatée du Hartz. <i>Ib.</i>                                          |            |
| — 28. Analyse du péridot granuleux de Langeac (Haute-Loire) . . . . .                                 | <i>Ib.</i> |
| — 29. Analyse de la stéatite cristallisée. . . . .                                                    | 270        |
| — 30. Analyse de l'actinote vitreuse de la Delaware. <i>Ib.</i>                                       |            |
| — 31. Observations sur la diallage . . . . .                                                          | 271        |
| — 32. Hyalosidérite. . . . .                                                                          | <i>Ib.</i> |
| — 33. Examen de la substance rose de Quincy (Cher). 272                                               |            |
| — 34. Analyse d'un nouveau minéral de Candie, île de Ceylan. . . . .                                  | 273        |
| — 35. Rapport sur un mémoire de M. <i>Laugier</i> . . . . .                                           | 274        |
| — 36. Notice sur la lenzinite des environs de St.-Sever. 275                                          |            |
| — 37. Description et analyse d'un nouveau minéral nommé sillimanite. . . . .                          | <i>Ib.</i> |
| — 38. Analyse de la tourmaline. . . . .                                                               | 276        |
| — 39. Examen de quelques minéraux du genre grenat. 277                                                |            |
| — 40. Analyse du grenat vert de Saala. . . . .                                                        | 289        |
| — 41. Analyse du chrysobérid de Haddam et du Brésil. <i>Ib.</i>                                       |            |
| — 42. Analyse d'un minéral de Coromandel. . . . .                                                     | 291        |
| — 43. Examen d'un nouveau minéral de New-Jersey, nommé torrérite. . . . .                             | 292        |
| — 44. Examen chimique d'un fragment de météorite tombée à Maira (États-Unis). . . . .                 | <i>Ib.</i> |
| — 45. Description minéralogique des aérolithes qui tombèrent près de Wiborg, en Finlande. . . . .     | 293        |
| — 46. Analyse du minerai de fer de la Plata. . . . .                                                  | <i>Ib.</i> |
| — 47. Analyse de la mine de fer argileuse de Northshire. . . . .                                      | 295        |
| — 48. Childrenite et sommervillite. . . . .                                                           | <i>Ib.</i> |
| — 49. Recherches chimiques sur le cronstedtite. . . . .                                               | 296        |
| — 50. Sur les scories de forge de Suède . . . . .                                                     | <i>Ib.</i> |
| — 51. Analyse de deux scories de forge. . . . .                                                       | 298        |
| — 52. Analyse de l'uranite d'Autun et de la chalc-                                                    |            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| lite du Cornouailles. . . . .                                                                                                                                                                                                                                               | Pag. 299   |
| — 53. Analyse du cobalt éclatant de Müsen, régence d'Arnberg ( Prusse ). . . . .                                                                                                                                                                                            | 303        |
| — 54. Roselite. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                     | 304        |
| — 55. Analyse du cuivre pyriteux. . . . .                                                                                                                                                                                                                                   | <i>Ib.</i> |
| — 56. Brochantite. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                  | 305        |
| — 57. Analyse du silicate de cuivre de New-Jersey. . . . .                                                                                                                                                                                                                  | 306        |
| — 58. Analyse d'une scorie de cuivre. . . . .                                                                                                                                                                                                                               | <i>Ib.</i> |
| — 59. Description de l'hopeite. . . . .                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Ib.</i> |
| — 60. Nouveau minéral de zinc trouvé à Francklin, comté de Sussex, New-Jersey. . . . .                                                                                                                                                                                      | 307        |
| — 61. Analyse du sulfure de bismuth. . . . .                                                                                                                                                                                                                                | 308        |
| — 62. Sur le sulfato-tricarbonat de plomb. . . . .                                                                                                                                                                                                                          | <i>Ib.</i> |
| — 63. Analyse d'un nouveau minéral de plomb. . . . .                                                                                                                                                                                                                        | 309        |
| — 64. Note sur le cuivre pyriteux aurifère de Gando, près Martigny (Valais). . . . .                                                                                                                                                                                        | 310        |
| ESSAI chimique sur les réactions foudroyantes; par C.-J. <i>Brianchon</i> , capitaine d'artillerie ( extrait ). . . . .                                                                                                                                                     | 491        |
| OBSERVATIONS sur les résultats annoncés par le colonel du génie <i>Treussart</i> , relativement aux mortiers de trass comparés aux mortiers à chaux hydrauliques et sable ordinaire; par M. <i>Vicat</i> , ingénieur en chef au Corps royal des ponts et chaussées. . . . . | 501        |
| NOUVEAUX faits pour éclairer la théorie des cimens calcaires; par <i>le même</i> . . . . .                                                                                                                                                                                  | 504        |
| NOTE sur l'article précédent; par M. P. <i>Berthier</i> . . . . .                                                                                                                                                                                                           | 509        |

### *Minérallurgie; arts qui en dépendent.*

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PRÉPARATION mécanique et fonte des minerais d'étain du Cornouailles; par MM. <i>Dufrenoy</i> et <i>Élie de Beaumont</i> . . . . .                              | 331 |
| PRÉPARATION mécanique des minerais de cuivre en Cornouailles et en Devonshire; par <i>les mêmes</i> . . . . .                                                  | 421 |
| FUSION des minerais de zinc en Angleterre; par M. <i>E. Mosselman</i> . . . . .                                                                                | 485 |
| SUR les avantages que présente l'affinage du plomb d'œuvre dans des coupelles faites avec la marne. ( Arch. mét. de M. <i>Karsten</i> , t. 1. p. 135). . . . . | 531 |

*Exploitation des mines.*

INSTRUCTION pratique sur l'emploi des lampes de sûreté dans les mines, et sur les moyens de pénétrer sans danger dans les lieux méphitisés; publiée par M. le Conseiller d'état, Directeur général des ponts et chaussées et des mines. . . . . Pag. 3

Circulaire à MM. les Préfets, concernant l'instruction précédente, sur les lampes de sûreté. . . . . 59

ÉCLAIRAGE par le naphte. (*Allg. handlungs-zeitung de Nuremberg* 1824, et *Bull. des Sc. techn.*, 1825.. 64

*Mécanique, Arts de construction et Objets divers.*

DES armes à vapeur; par M. de *Montgery*. (Extrait par M. *Baillet*, Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.) . . . . . 177

SUR les ponts de chaînes (de Russie), et sur les résistances des fers employés dans leur construction. (Extrait d'une lettre écrite à M. *Baillet* par M. *Lamé*, Ingénieur au Corps royal des Mines de France et Major du Génie au service de Russie... 311

COMPOSITION pour la couverture des édifices; par M. *Pew*.. . . . 510

*Ordonnances royales concernant les mines.*

ORDONNANCES rendues pendant :

1°. Le quatrième trimestre de 1824. . . . . 183 et 367

2°. Le premier trimestre de 1825. . . . . 398 et 541

3°. Le commencement du second trimestre de 1825. 548

*Planches jointes à ce Tome.*

Pl. I et II. Lampes de sûreté.

Pl. III. Appareils respiratoires.

Pl. IV. 1°. Siphons en verre; — 2°. Chloromètre.

Pl. V. Appareils pour l'analyse du fulminate d'argent.

PL. VI et VII. Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne.

PL. VIII. Traitement de l'étain en Angleterre.

PL. IX. Traitement du zinc en Angleterre.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

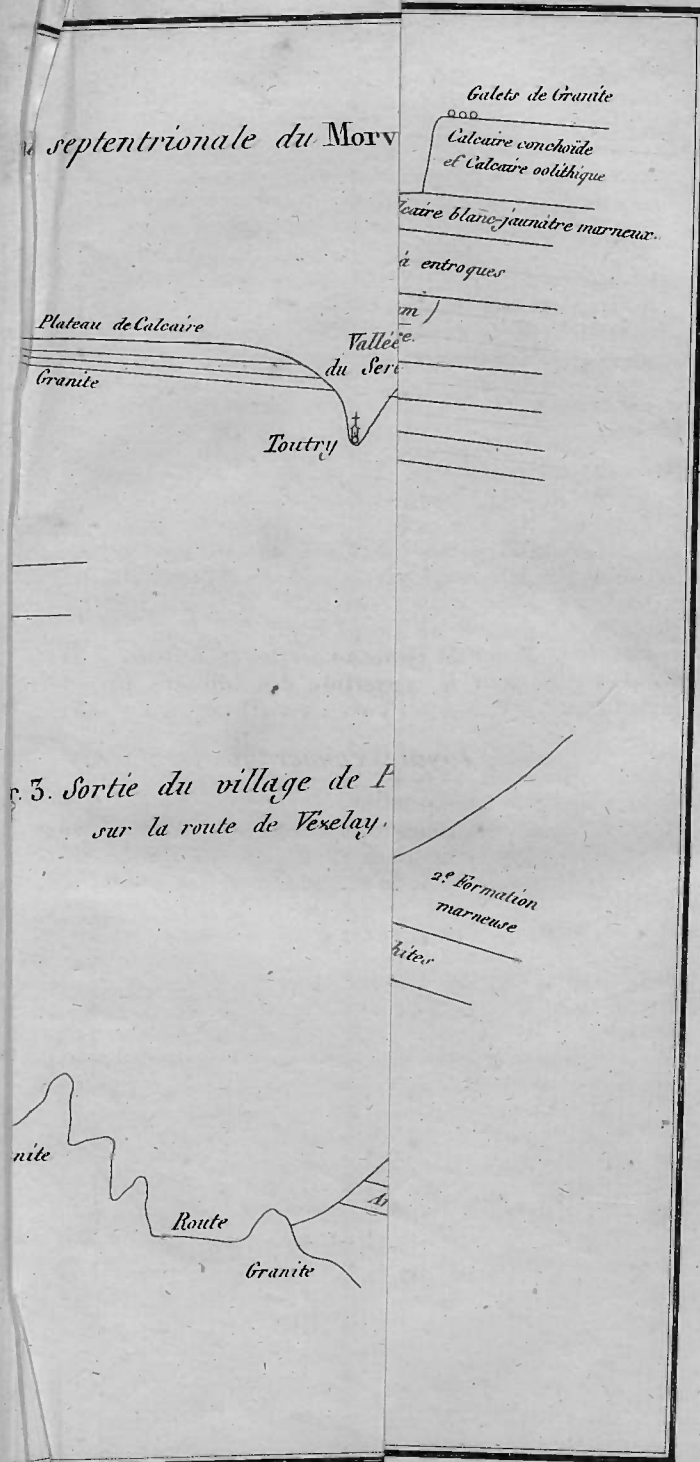


Fig. 1. Coupe idéale (du Sud au Nord et au Nord-Est) de la pointe septentrionale du Morvan et de l'Auxois.

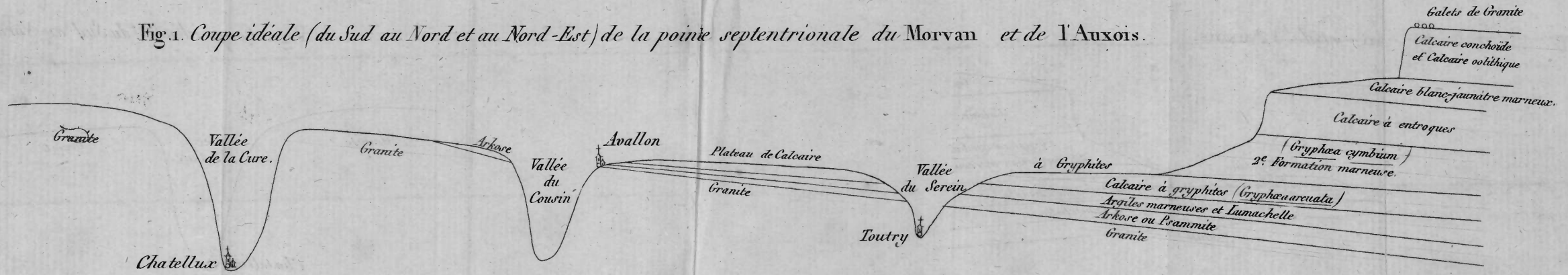


Fig. 2 Rochers de la rive droite du Cousin, au dessous du Moulin de Pont-Aubert.

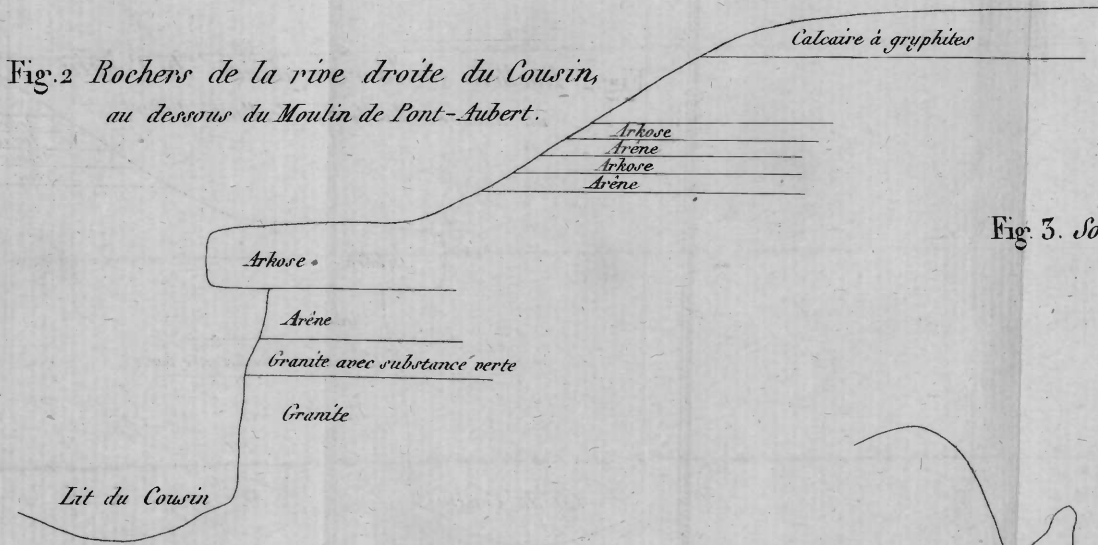
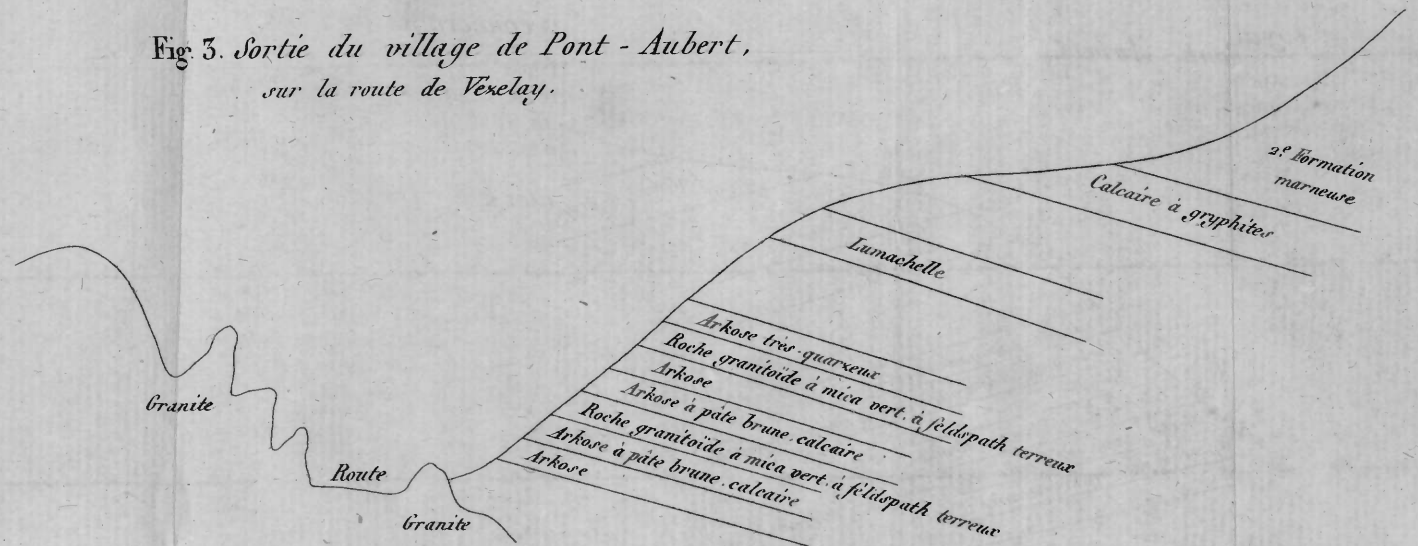


Fig. 3. Sortie du village de Pont-Aubert, sur la route de Vézelay.



**NOTICE GÉOGNOSTIQUE**

Sur quelques parties de la Bourgogne.



# NOTICE GÉOGNOSTIQUE

Sur quelques parties de la Bourgogne.

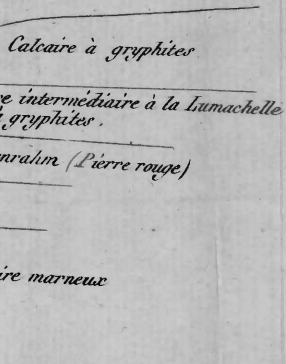


Fig. 4. Rive droite du Serein, à Toutry.

Fig. 5. Rive droite du Serein; chemin de Vic-sous-Thil à Précy.

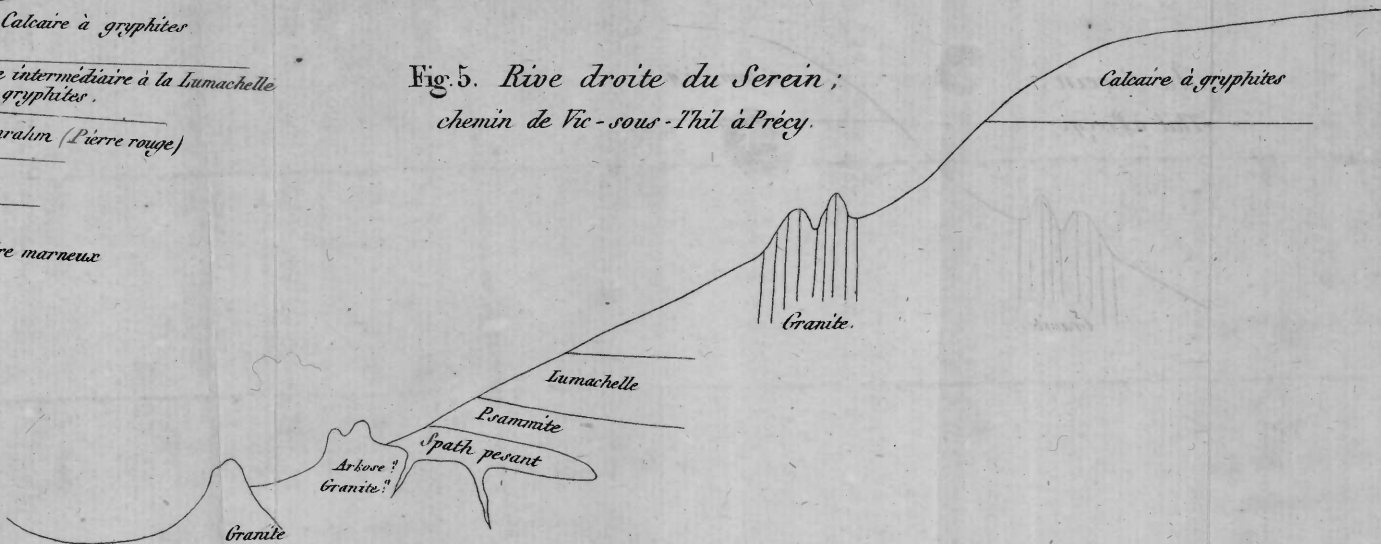
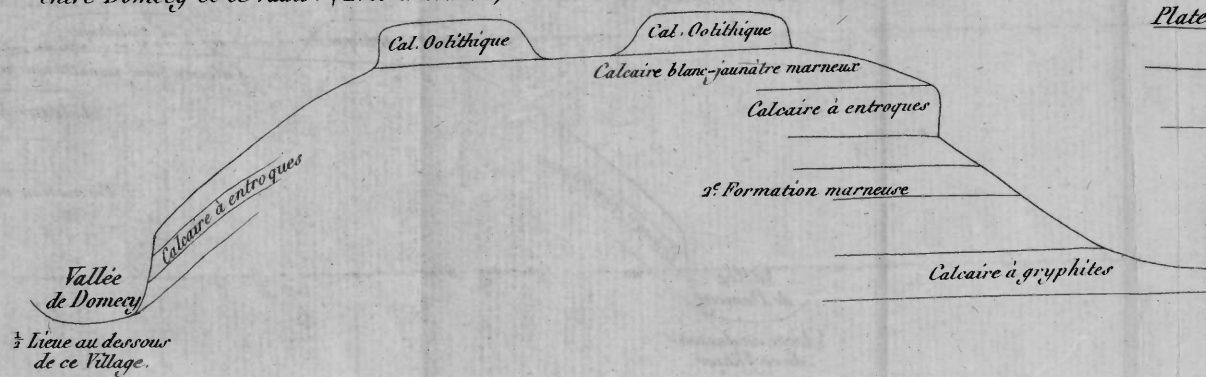
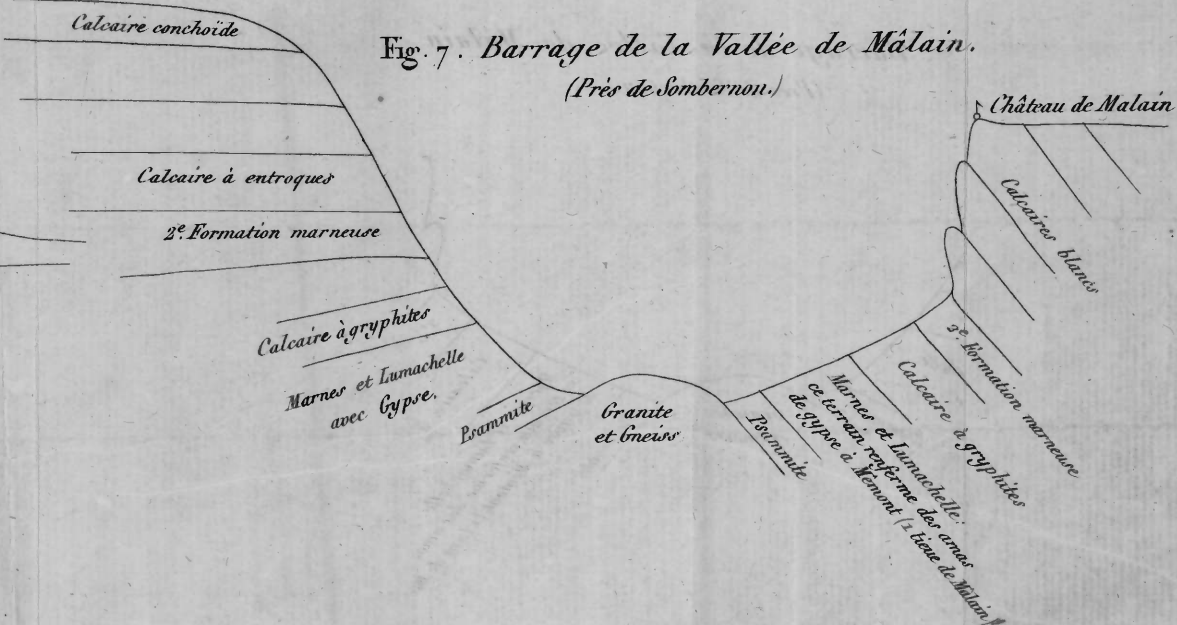


Fig. 6. Tertres de Montmartre, entre Domecy et le Vault. (Près d'Avallon)

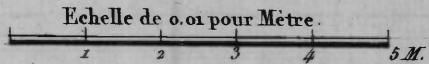
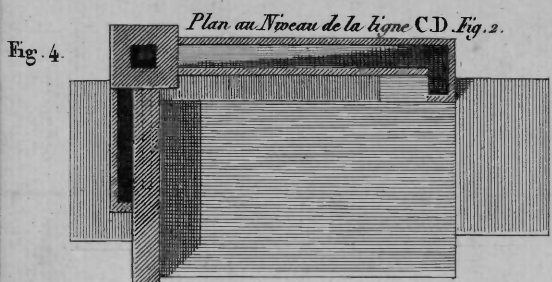
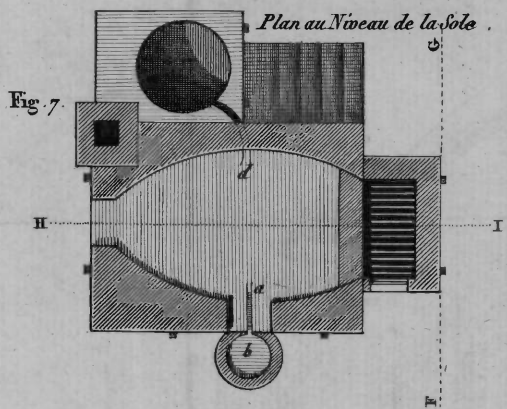
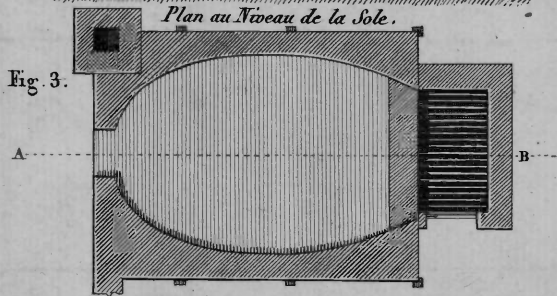
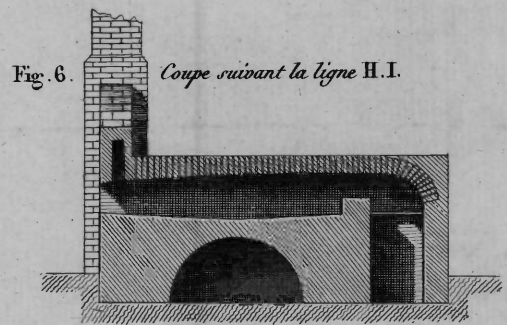
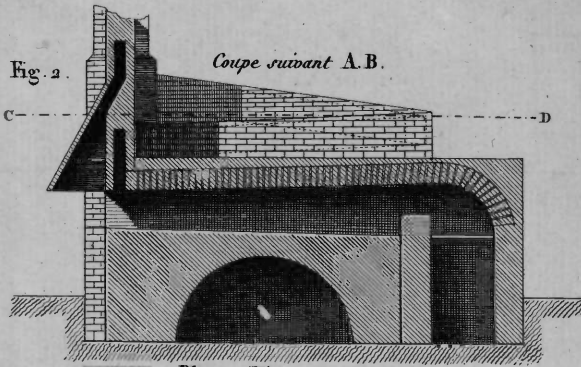
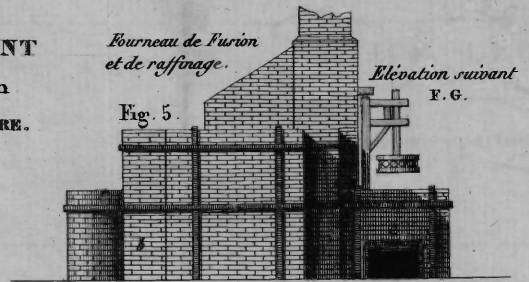
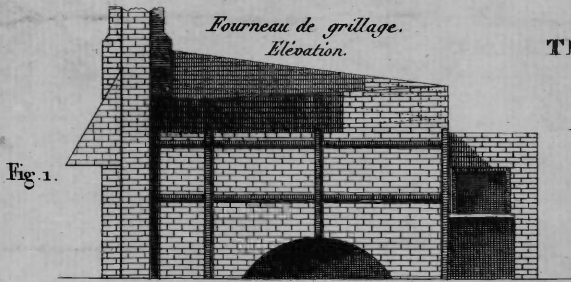


Plateau entre Somberron et Vitteaux.

Fig. 7. Barrage de la Vallée de Malain. (Près de Somberron.)



**TRAITEMENT  
de l'Étain en  
ANGLETERRE.**



TRAITEMENT  
du Zinc, en  
ANGLETERRE.

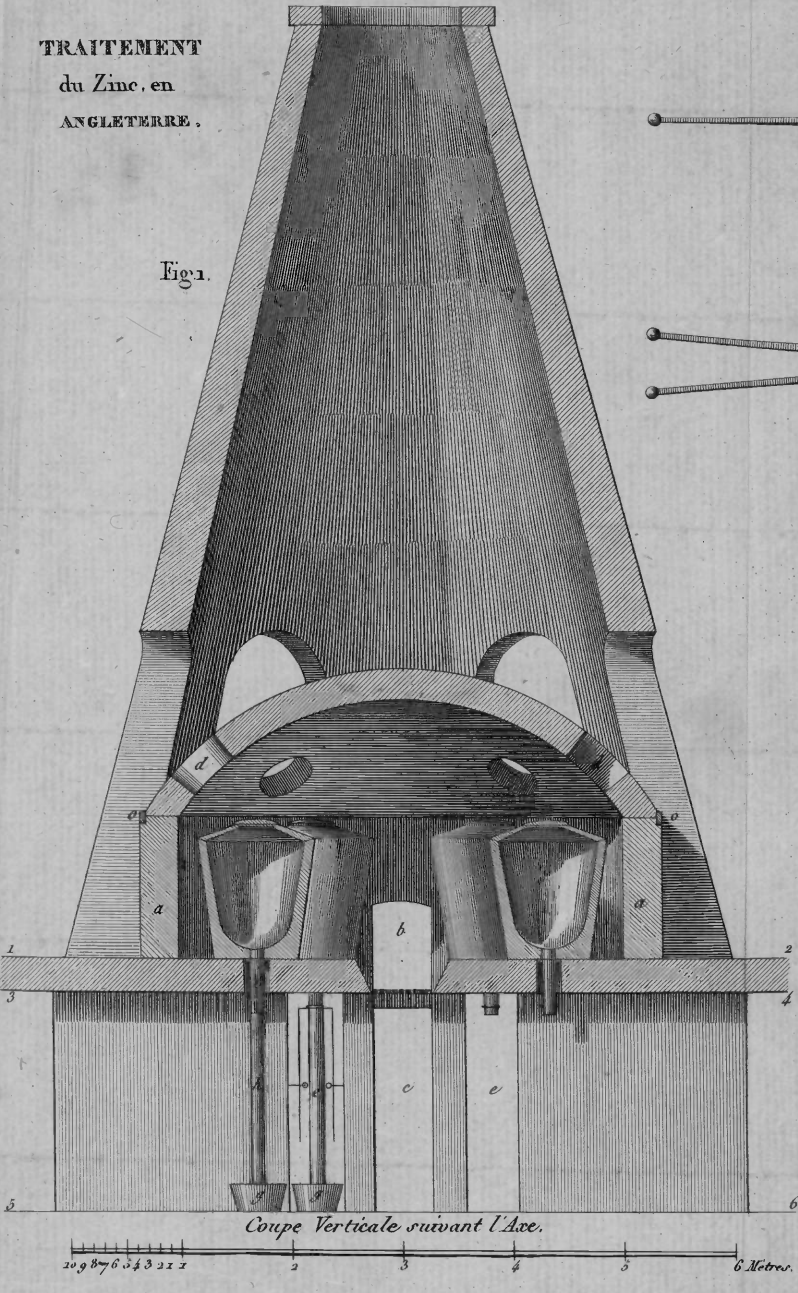


Fig. 1.

Coupe Verticale suivant l'axe.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 Metres.

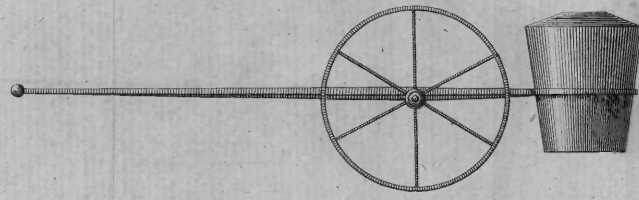


Fig. 4.

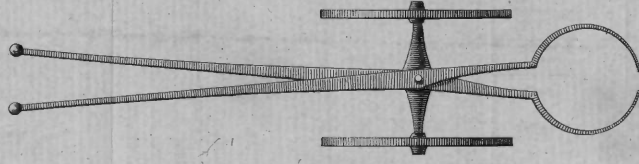
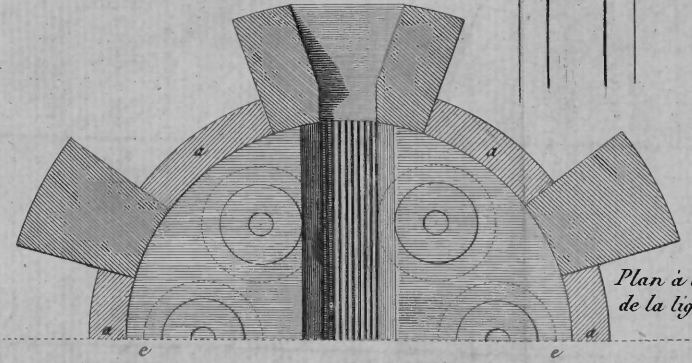


Fig. 2.



Plan à la hauteur  
de la ligne 1. 2.

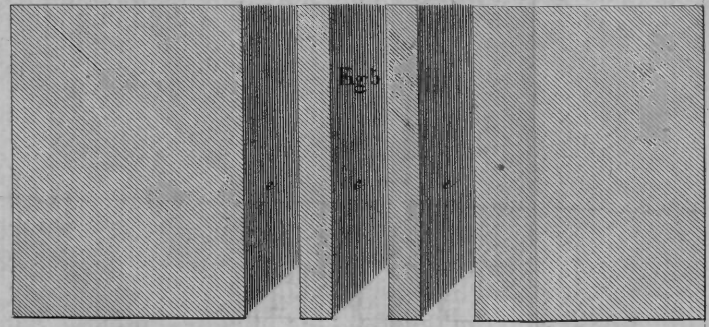


Fig. 2.

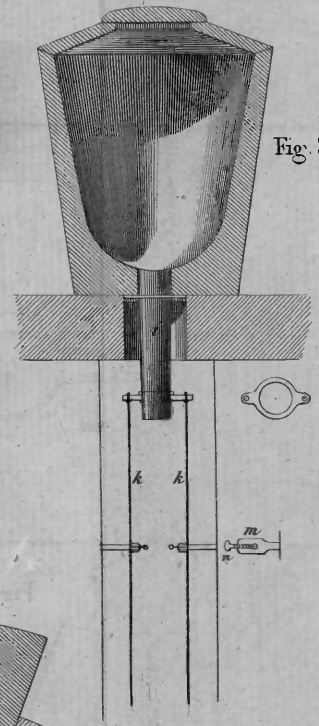


Fig. 3.