

JOURNAL

DES

MINES.

JOURNAL
DES MINES,

O U

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

Par MM. COQUEBERT - MONTRÉRET, HAÏY, VAUQUELIN,
GILLET-LAUMONT, BAILLET, HÉRON DE VILLEFOSSE,
BROCHANT, COLLET-DESCOSTILS, et TREMERY.

Publié en vertu de l'autorisation du Pair de France,
Conseiller d'Etat, Directeur-général des Ponts-et-
Chaussées et des Mines.

TRENTE-HUITIÈME VOLUME.

SECOND SEMESTRE, 1815.

~~~~~  
A PARIS,

Chez BOSSANGE et MASSON, rue de Tournon,  
N<sup>o</sup>. 6.

---

# JOURNAL DES MINES.

---

N<sup>o</sup>. 223. JUILLET 1815.

---

## AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines, et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte MOLÉ, Pair de France, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

---

## SECONDE SUITE DU MÉMOIRE SUR LA LOI DE SYMÉTRIE;

Par M. HAÜY.

---

### *Application au Pyroxène.*

Le pyroxène se présente d'autant plus naturellement à la suite de l'amphibole, pour fournir de nouvelles indications de la loi de symétrie, que sa forme primitive est du même genre,

et que la manière dont elle est modifiée dans les formes secondaires leur donne une grande ressemblance d'aspect avec celles qui appartiennent à l'amphibole. Mais avant d'entrer dans les détails sur les conséquences auxquelles conduit l'observation de ces formes, relativement au but de ce Mémoire, je vais donner une idée générale des diverses substances qui composent aujourd'hui dans ma méthode l'espèce que j'ai appelée *pyroxène*.

La première de ces substances, qui sont au nombre de six, est celle qui portait autrefois le nom de *schorl volcanique*, et à laquelle M. Werner a donné celui d'*augit*. Ses cristaux sont noirs ou d'un noir verdâtre, et leur forme la plus ordinaire est celle d'un prisme octogone terminé par des sommets dièdres. La seconde substance, qui se trouve en Norvège et en Suède, a été nommée *coccolithe* (*pierre à noyaux*), parce qu'on l'a observée d'abord en masses composées de grains arrondis et distincts. Ces grains sont d'un vert-noirâtre, et n'ont entre eux qu'une faible adhérence. Je citerai des cristaux qui très-probablement se rapportent à cette substance. La sahlite que je place au troisième rang, s'offre assez ordinairement sous la forme d'un prisme octogone à bases obliques, dont la couleur est d'un vert-grisâtre. Son nom est tiré de celui de la vallée de Sahla en Suède, où elle a été découverte par M. de Dandrada, célèbre minéralogiste portugais. Il en existe aussi des cristaux en Norvège. Nous devons la connaissance de la quatrième et de la cinquième substance à M. Bónvoisin, qui leur a donné les noms de

*mussite* et d'*alalite*, dérivés de ceux des vallées de la Mussa et d'Ala, dans le Piémont, où il les a trouvées. La mussite se cristallise en longs prismes rhomboïdaux obliques, dont les pans ont souvent leur niveau altéré par des courbures, comme dans les cristaux appelés *cylindroïdes*. Ces prismes dont la couleur est d'un blanc-grisâtre, ou d'un gris-verdâtre, sont réunis en groupe, parallèlement à leur longueur. Les cristaux d'*alalite* sont des prismes octogones, terminés par des sommets plus ou moins chargés de facettes. Leur forme est en général très-prononcée; leur couleur est d'un gris légèrement verdâtre, joint à une assez belle transparence (1). Enfin M. Charpentier, qui réunit à un haut degré les connaissances du minéralogiste à celles du géologue, a reconnu que la substance nommée *lherzolite* par quelques auteurs, était une variété lamellaire du pyroxène, et l'étendue des terrains qu'elle occupe a engagé ce savant à la placer parmi les espèces géologiques, sous le nom de *pyroxène en roche* (2).

(1) J'avais d'abord formé de ces deux dernières substances une espèce particulière nommée *diopside*, d'après les observations faites sur un seul cristal, qui ne se prêtait pas à une détermination exacte. Il a fallu de nouveaux résultats, dont la précision ne pût être révoquée en doute, pour démontrer la justesse d'un rapprochement auquel le contraste des caractères qui parlent aux sens donnait l'air d'un paradoxe. Voyez les *Annales du Muséum d'Hist. nat.*, t. XI, p. 77 et suiv. et le *Journ. des Mines*, t. XXIII, n°. 134, p. 145 et suiv.

(2) *Journ. des Mines*, t. XXXII, n°. 191, p. 321 et suiv.

Les considérations que nous a suggérées la loi de symétrie, pour juger, d'après le seul aspect des cristaux d'amphibole, qu'ils ont pour forme primitive un prisme dont la base est située obliquement à l'axe, s'appliquent, comme d'elles-mêmes, aux cristaux de pyroxène. Rien n'est si commun parmi ceux qui ont été connus le plus anciennement, que la variété trinitaire représentée pl. VII, fig. 20, dont la forme est celle d'un prisme à huit pans, terminé vers chaque extrémité par deux faces qui se réunissent sur une arête  $x$  inclinée à l'axe. Or, le même raisonnement que j'ai fait par rapport à plusieurs variétés analogues d'amphibole, et que je me dispenserai de répéter ici, conduit à cette conséquence, que la forme primitive du pyroxène ne peut être qu'un prisme rhomboïdal ou rectangulaire, qui dans l'un et l'autre cas sera oblique. La même induction se déduit de l'observation de diverses autres formes secondaires que je décrirai plus bas. Je remarquerai seulement que l'incidence des pans  $M, M$  n'étant que de deux degrés plus forte sur les pans  $l$  que sur les pans  $r$ , il est nécessaire d'employer ici le goniomètre pour s'assurer que le prisme ne peut avoir un carré pour coupe transversale.

Le résultat de la division mécanique confirme ce que l'œil, guidé par la loi de symétrie, avait lu d'avance dans l'aspect géométrique de la forme, savoir que la base est inclinée à l'axe, et de plus il fait connaître qu'elle est située parallèlement à l'arête  $x$ . Mais il laisse le choix indécis entre les deux espèces de prismes, en donnant des joints parallèles, les uns aux

pans  $M, M$  de celui qui est rhomboïdal, les autres aux pans  $l, r$  de celui qui est rectangulaire. Or, en général, les premiers sont les plus nets et ceux qui s'obtiennent le plus facilement, et cette considération jointe à celle qui se tire de l'aspect des cristaux et de la mesure des décroissemens, dont l'ensemble est plus simple dans l'hypothèse du prisme rhomboïdal, détermine la préférence en faveur de ce dernier. La molécule intégrante sera, comme dans l'amphibole, le prisme triangulaire qui résulte de la sous-division du prisme rhomboïdal, dans le sens de ses deux diagonales, et la molécule soustractive sera semblable à ce prisme.

Soit maintenant  $ag$  (fig. 21) (1) ce même prisme. Menons  $cs$  de l'extrémité supérieure de l'arête  $cg$  à l'extrémité inférieure de l'arête  $as$ , puis  $s\perp$  perpendiculaire sur  $ac$ . Faisons passer par le point  $c$  le plan  $cysl$ , qui sera la coupe transversale du prisme. Menons ensuite  $c\zeta$  perpendiculaire sur le prolongement de  $ab$  (2), puis  $\zeta\mu$  perpendiculaire tant sur  $ab$  prolongée que sur  $sf$ ; enfin soit  $n$  le point où le plan  $cysl$  prolongé couperait  $\zeta\mu$ , auquel cas une ligne menée du point  $c$  au point  $n$  serait perpendiculaire sur  $\zeta\mu$ . Nous aurons ici les trois propriétés que j'ai dit être générales pour

(1) Cette figure et la plupart des autres qui concernent cet article ont été tracées avec une grande précision, par M. Lévi, élève de l'École Normale, d'après une méthode de projection fondée sur la géométrie des cristaux.

(2) La ligne  $c\zeta$  sort nécessairement du plan  $abcd$ , parce que l'angle  $abc$  est obtus.

tous les prismes rhomboïdaux, et dont l'une consiste en ce que la ligne  $os$  est perpendiculaire tant sur  $cg$  que sur  $as$ ; la seconde en ce que les deux segmens  $\eta\zeta$ ,  $\eta\mu$  de la ligne  $\zeta\mu$  sont entre eux dans un rapport rationnel qui est celui des carrés des demi-diagonales  $yx$  et  $cx$ , ou  $g$  et  $p$ , de la coupe transversale, et la troisième en ce que le rapport des deux segmens  $c\psi$ ,  $a\psi$  de la ligne  $ac$  est de même rationnel et égal à celui des carrés des lignes  $cs$  et  $as$ . La théorie, en partant de la mesure des angles, fait voir que les demi-diagonales  $g$  et  $p$  de la coupe transversale sont entre elles comme  $\sqrt{12}$  est à  $\sqrt{13}$ , et que le rapport entre  $cs$  et  $sa$ , ou  $2p$  et  $h$  est celui de  $\sqrt{12}$  à 1; d'où il suit que les deux segmens  $\eta\zeta$ ,  $\eta\mu$  sont entre eux comme 12 est à 13, et les deux segmens  $c\psi$ ,  $a\psi$  comme 12 est à l'unité (1).

(1) Le rapport des demi-diagonales  $bo$ ,  $co$  de la base est aussi égal à celui des carrés des demi-diagonales de la coupe transversale, c'est-à-dire, au rapport des nombres 12 et 13. Cette propriété, sans être générale comme les précédentes, peut exister en vertu d'une multitude de relations différentes entre les valeurs des quantités  $g$ ,  $p$ ,  $h$ , pourvu toutefois que  $p$  soit plus grande que  $g$ . Deux de ces valeurs étant données, on peut, à l'aide d'une formule, déterminer celle que doit avoir la troisième quantité, pour que la propriété dont il s'agit ait lieu. Soit, par exemple,  $g = \sqrt{12}$ ,  $p = \sqrt{13}$ . La formule qui donnera la valeur de  $h$  sera  $h = \frac{2p}{g} \sqrt{p^2 - g^2}$ , et en substituant les valeurs numé-

riques de  $g$  et de  $p$ ,  $h = 2 \sqrt{\frac{13}{12}} = \sqrt{\frac{13}{3}}$ , valeur qui satisfait à la condition d'après laquelle  $2p : h :: \sqrt{12} : 1$ ; d'où il suit que la propriété énoncée est réalisée par le pyroxène.

Avant d'aller plus loin, je ne puis me dispenser de prévenir l'objection que pourrait suggérer contre la réunion de la sahlite avec le pyroxène, la lecture de deux articles que M. le comte de Bournon a publiés à des époques différentes sur la première de ces substances (1). Dans l'un, il dit qu'il n'a pu entrevoir aucun rapport entre ses cristaux et ceux de pyroxène; et la description détaillée qu'il donne dans l'autre de sa forme primitive et de douze de ses modifications secondaires, qu'il fait dépendre de diverses lois de décroissement et dont il indique les angles, semblerait d'autant plus venir à l'appui de son assertion, que les résultats sur lesquels il la fonde sont de ceux que la plupart de ceux qui les lisent adoptent sans examen (2). Je vais d'abord prouver que le

(1) *Journal des Mines*, t. XIII, n°. 74, p. 108 et suiv. Catalogue de la collection minérale, du comte de Bournon, etc. Londres, 1812, p. 76 et suiv.

(2) M. de Bournon croit son opinion si bien démontrée, que pour expliquer comment j'ai pu en émettre une contraire, il suppose que j'ai été trompé par des cristaux de pyroxène venus de Norwège et de Suède, que l'on faisait passer pour des sahlites. Il me suffirait d'opposer à cette allégation l'article de mon *Traité* (tom. IV, p. 379), où je donne une description de la sahlite, faites d'après des morceaux dont j'étais redevable à MM. Abildgaard, Mantley et Neergaard, savans Danois qui n'avaient pu s'y méprendre. Quoique la description dont il s'agit ne soit qu'ébauchée, on y voit déjà que la division mécanique de la sahlite n'avait conduit à la conséquence que la structure de ce minéral tendait à donner pour forme primitive un prisme qui approchait beaucoup de celle du pyroxène. J'indique l'angle d'environ  $106^d$ , pour l'incidence de la base  $abcd$  (fig. 21) sur l'arête  $cg$ . Je cite les joints situés diagonalement, dont

mécanisme de la structure des cristaux de sahlite, ramené à des principes plus exacts et plus conformes à la loi de symétrie, s'accorde avec celui qui a lieu relativement aux cristaux de pyroxène; et dans la description que je donnerai à mon tour de plusieurs variétés de cette espèce de minéral, j'indiquerai des observations qui ont échappé à M. de Bournon, et même des inexactitudes qui se sont glissées dans ses calculs, et qui me paraissent être les unes et les autres à l'avantage de mon opinion.

La forme primitive de la sahlite est, selon M. de Bournon, un prisme quadrangulaire (fig. 22), dont la coupe transversale est un carré, et dont la base P, qui naît sur une arête D perpendiculaire aux bords latéraux G, G, est inclinée sur le pan adjacent M de  $106^{\circ} 15'$ . Le rapport entre les côtés B, C ou D, et G, est celui des nombres 25; 24 et 20, 85. De

---

l'un est beaucoup plus net que l'autre. Je parle d'un groupe de cristaux d'un vert clair, qui m'ont été donnés par M. Neergaard, et que j'assimile à la variété périocétaèdre de pyroxène. Mais la difficulté de mesurer exactement les incidences des pans ne m'avait pas permis de m'assurer jusqu'où s'étendait la ressemblance. Seulement je soupçonnais que les diagonales de la coupe transversale de la forme primitive n'étaient pas égales, ni les pans exactement perpendiculaires entre eux (p. 380). J'ai reçu depuis d'autres cristaux de la même substance également authentiques, et qui se sont prêtés à des observations plus précises. Tous ceux de ma collection ont été reconnus par des minéralogistes étrangers très-instruits; et enfin plusieurs ressemblent parfaitement à des cristaux que l'on m'a montrés comme ayant été donnés par M. de Bournon lui-même, sous le nom de sahlite.

plus, le prisme est divisible dans le sens d'une de ses diagonales seulement.

Il est d'abord facile de voir que la base P du prisme dont il s'agit répond à celle du pyroxène, et que ses pans M, T répondent aux joints situés dans le sens des diagonales *ly*, *cs* (fig. 21) de la coupe transversale, dans la forme primitive du même minéral. M. de Bournon n'était pas libre de choisir entre le prisme rhomboïdal et le prisme rectangulaire, parce qu'il aurait fallu pour cela qu'il admît dans ce dernier deux joints situés diagonalement, qui auraient répondu aux pans *cbfg*, *cdhg* du prisme rhomboïdal, au lieu qu'il n'adopte qu'un seul de ses joints. Mais cette manière de voir est hors de la nature. Car telle est en général la corrélation qui existe entre le mécanisme de la structure et la loi de symétrie, que si deux faces d'un cristal secondaire naissent sur des bords identiques, tels que G, G (fig. 22), ce qui a lieu dans les sahlites périocétaèdres, ou les faces dont il s'agit répondent aux pans du prisme rhomboïdal, et s'il existe dans l'intérieur du cristal un joint naturel situé parallèlement à l'une des mêmes faces, il doit y en avoir un second qui soit également parallèle à l'autre. Aussi l'observation m'a-t-elle offert les deux joints d'une manière très-sensible dans les cristaux de sahlite, où ils ont même un éclat plus vif que ceux qui sont parallèles aux pans M, T (1). Je citerai dans la suite des

---

(1) Je ne sais comment expliquer le peu d'accord qui règne entre M. de Bournon et moi, sur les résultats de la division mécanique, et dont se ressentent en général les applications

observations qui prouvent que les pans du prisme rhomboïdal, qui est la véritable forme primitive de la sahlite, ne font pas entre eux des angles droits, ainsi que le suppose la figure carrée de la coupe transversale du prisme (fig. 22) adopté par M. de Bournon, mais un angle de 88<sup>d</sup> environ d'une part, et de 92<sup>d</sup> de l'autre, comme dans le pyroxène.

A l'égard de la dimension G ou Az, que M. de Bournon représente par 20,85, je remarque que si l'on mène Er perpendiculaire sur Az, la partie Ar sera exactement égale à 7, c'est-à-dire à peine plus grande que 6,95, qui est le tiers de 20,85. Or, les dimensions du prisme rectangulaire étant dépendantes de celles du prisme rhomboïdal auquel on le suppose substitué dans le cas présent, si *gt* (fig. 24) représente le premier, tel que l'indique l'analogie, la ligne *xy* menée d'un point quelconque de l'arête *nm* sur l'arête *or*, parallèlement à la face *hmlr*, ou, ce qui revient au même, la

que nous avons faites l'un et l'autre de la théorie aux mêmes formes cristallines. Par exemple, suivant M. de Bournon, les joints naturels qu'on obtient en divisant les cristaux de plomb carbonaté et de plomb molybdaté conduiraient à deux formes primitives très-différentes de celles que j'ai déduites de mes observations, et le plomb chromaté n'offrirait aucuns joints sensibles, parallèlement à l'axe de ses cristaux (*Catal.*, p. 337, 350 et 355). Cependant les directions de ceux que j'ai reconnus dans ces trois substances sont si évidentes, que je n'ai besoin que de mettre les morceaux de ma collection qui montrent ces joints à découvert, entre les mains d'une personne qui ait les yeux tant soit peu exercés, pour qu'elle les aperçoive distinctement au premier coup d'œil, et quelquefois même sans qu'il ait été nécessaire de les indiquer d'avance.

ligne *mr* menée de l'extrémité supérieure de l'arête *mt* à l'extrémité inférieure de l'arête *hr*, répondra à la ligne *cs* (fig. 21), et ainsi la dimension *hr* (fig. 24) sera limitée par la position de la ligne dont il s'agit. Il en résulte que pour ramener la forme supposée par M. de Bournon à la propriété qui doit lui être commune avec le prisme rhomboïdal, il suffit de donner à l'arête verticale une longueur qui soit à très-peu près le tiers de celle que ce savant a adoptée (1). Alors il faudra tripler dans le sens de la hauteur la mesure des décroissemens qu'il indique. Par exemple, celui qui dans sa théorie est représenté par  $\frac{5}{3}$  (fig. 22) aura pour expression  $\frac{5}{1}$ . Le signe  $\frac{3}{2}$  B sera remplacé par le signe  $\frac{3}{2}$  B, et ainsi des autres.

Les résultats des décroissemens dont il s'agit peuvent être facilement convertis en ceux qui se rapportent au prisme rhomboïdal, et cette transformation nous fera retrouver dans certaines formes relatives au pyroxène ordinaire les mêmes modifications que M. de Bournon croit être particulières aux cristaux de sahlite. Je me bornerai à décrire neuf variétés du premier de ces minéraux, choisies par les vingt-quatre que j'ai observées, et dont plusieurs sont nouvelles; et je suivrai, dans cette description, l'ordre méthodique que j'ai adopté

(1) Ces considérations théoriques sont de celles auxquelles M. de Bournon n'a aucun égard, et elles doivent d'autant plus lui échapper, qu'il n'a pas déterminé la valeur de la ligne *Ar* (fig. 22).

pour la seconde édition que je prépare de mon *Traité de Minéralogie*. Il consiste à présenter d'abord la série des quantités simples qui composent les signes représentatifs des formes observées, et à ranger ensuite ces formes d'après les combinaisons des quantités prises deux à deux, trois à trois, etc. (1). Je termine par un tableau général des valeurs des angles, tellement ordonné, que l'on peut trouver d'un coup-d'œil l'incidence de deux faces voisines, sur une variété quelconque (2).

Quantités composantes des signes représentatifs (3).

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M | P | A | A | A | A | B | H | B | E | E | E | E |
| M | P | t | n | u |   | k |   | c | s | o |   |   |
| D | G | H |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| r | l | r |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

COMBINAISONS.

*Deux à deux.*

1. Pyroxène primitif, MP (fig. 23). Les seuls cristaux de cette variété que j'aie observés appartiennent à la mussite de Bonvoisin, qui est

(1) De cette manière, lorsqu'il survient une variété inconnue, sa place est, pour ainsi dire, marquée d'avance, d'après la combinaison à laquelle répond son signe représentatif.

(2) Le tableau offre d'abord les lettres majuscules qui appartiennent aux faces primitives, ensuite les petites lettres qui se rapportent aux faces secondaires, le tout disposé par combinaisons binaires, d'après l'ordre alphabétique, avec l'indication de l'incidence mutuelle des deux faces relatives à chaque combinaison.

(3) La fig. 23 représente la forme primitive, avec sa notation.

de

de toutes les substances que j'ai réunies au pyroxène, celle qui paraît avoir le moins d'analogie avec lui par ses caractères extérieurs.

*Quatre à quatre.*

2. Pyroxène dihexaèdre, M<sup>1</sup>H<sup>1</sup>E<sup>1</sup>E<sup>1</sup>P<sup>1</sup> (fig. 25). Les faces *s, s*, de cette variété sont inclinées l'une sur l'autre de 120°, d'où il suit que leur incidence sur P est de 150°. C'est à elles que se rapporte la 8<sup>e</sup> modification des cristaux de sahlite, décrite par M. de Bournon, et

dont le signe, d'après sa théorie, serait B<sup>1</sup> (fig. 22). Il indique, pour leur incidence sur P, 149° 58', quantité qui ne diffère que de 2 minutes de celle à laquelle je suis parvenu. Mais si son calcul avait été exact, il aurait trouvé 150° 55', au lieu de 149° 58', ce qui fait une différence d'environ un degré entre les deux résultats. Il paraît que M. de Bournon a introduit dans la construction de son problème une fausse donnée (1) tellement choisie, qu'elle a

(1) Dans le triangle mesurateur tel que *mnr* (fig. 22), qui sert à déterminer l'incidence dont il s'agit, et qui est nécessairement rectangle en *n*, le côté *mn* sera parallèle à l'arête D, et le côté *nr* doit être parallèle à une perpendiculaire menée du point *n* sur la base inférieure du prisme; ou, ce qui revient au même, à une perpendiculaire entre les arêtes B, B'. L'incidence proposée sera égale à l'angle *mnr* plus 90°. Soit *z* la perpendiculaire dont je viens de parler, on aura *mn* : *nr* : 3D : 2z, lequel rapport répond exactement à celui des nombres 250 et 139, d'après les données admises par M. de Bournon, d'où l'on déduit 60° 55' 26",

*Volume 38, n° 223.*

B

conduit le calcul à la forme du pyroxène par la route même qui aurait dû l'en écarter.

3. Pyroxène périocataèdre.  $\begin{matrix} M & H & G & P \\ M & r & l & P \end{matrix}$  (fig. 26).

Cette forme paraît être celle qu'affectent le plus communément les cristaux de sahlite. Elle est exactement la même que celle d'une variété de pyroxène d'un noir-verdâtre très-foncé que l'on trouve à Arendal, où elle est accompagnée d'épidote. L'incidence de M sur r, mesurée avec soin sur les cristaux de sahlite, est de  $134^{\circ}$ , et celle de M sur l de  $136^{\circ}$ , comme dans le pyroxène.

4. Pyroxène ambigu,  $\begin{matrix} M & H & G & A \\ M & r & l & n \end{matrix}$  (fig. 27).

Cette variété, dont la forme est un prisme droit octogone, présente un des cas où l'influence de la propriété des prismes rhomboïdaux, que j'ai fait connaître dans l'article précédent, déguise les effets de la loi de symétrie, sans cependant lui porter atteinte. Cette influence, donnant à la base du prisme une position perpendiculaire à l'axe, laisse de l'incertitude sur celle de la base de la forme primitive, lorsqu'on s'en tient à l'aspect extérieur. C'est de là que

pour la valeur de l'angle  $mrn$ . Or, je n'ai pu arriver au résultat de M. de Bournon, qu'en supposant qu'il avait substitué le côté G à la perpendiculaire z. Dans cette hypothèse l'angle  $mrn$  est de  $59^{\circ} 55'$ . Ajoutant  $90^{\circ}$  on a, pour l'incidence proposée, l'angle de  $149^{\circ} 55'$ , plus faible seulement de  $3'$  que celui qu'indique M. de Bournon. J'ai cru reconnaître le même genre de méprise dans des résultats inexacts relatifs à d'autres déterminations.

j'ai tiré le nom d'*ambigu* que porte cette variété. J'en ai dans ma collection des cristaux isolés, d'une couleur noire, qui ont été rapportés du cap de Gate en Espagne, où l'on trouve aussi des amphiboles.

M. le comte de Bournon indique pour la septième modification des cristaux de sahlite, le résultat d'une loi de décroissement, dont le signe est C (fig. 22), laquelle produit une face dont l'incidence sur un des pans M est de  $90^{\circ} 8'$ , et de  $89^{\circ} 52'$  sur le pan opposé. La différence de  $8'$  entre cette position et la véritable disparaîtra, si dans la détermination de la forme primitive adoptée par M. de Bournon, la partie A de l'arête Az (fig. 22), qu'intercepte la perpendiculaire Er, est supposée être exactement le tiers de cette arête, ainsi qu'elle devrait l'être, d'après ce que j'ai dit plus haut.

5. Pyroxène triunitaire.  $\begin{matrix} M & H & G & E \\ M & r & l & s \end{matrix}$

(fig. 20). J'ai déjà parlé de cette variété, dont l'aspect fournit une application de la loi de symétrie, pour prouver que la base de la forme primitive du pyroxène est oblique à l'axe. La plupart des autres variétés que je viens de citer confirment la même induction. J'ajouterai qu'il existe en Norwège des cristaux noirâtres de celle-ci, que les minéralogistes du pays rapportent à la coccolithe. Effectivement, la masse d'où ils sortent, et qui est visiblement de la même nature, se rapproche beaucoup de la coccolithe, par sa structure grano-lamellaire.

6. Pyroxène homonome.  $M^1 H^1 G^1 D$   
 $M^1 r^1 l^1 \gamma$  (fig. 28).

Le sommet de cette variété, qui ne m'est connue que depuis peu de temps, diffère par son aspect de celui des variétés précédentes. Les arêtes  $\epsilon, \epsilon$ , sur lesquelles naissent ses faces, sont inclinées en sens contraire de celui qui a ordinairement lieu, et leur arête de jonction  $\&$  fait avec la face  $r$  un angle beaucoup plus ouvert de  $120^\circ$ . Les indications de la loi de symétrie annoncent ici d'une manière très-marquée que la forme primitive est nécessairement un prisme oblique. J'ai confié la détermination de cette variété à MM. Levi et Pecllet, élèves de l'École Normale, qui se sont livrés avec autant de succès que de zèle à l'étude de la géométrie des cristaux. Ils se sont occupés séparément de rechercher les lois dont elle dépend, ainsi que les valeurs de ses angles, et leurs résultats se sont trouvés parfaitement d'accord, soit entre eux, soit avec l'observation. Ce n'est pas la seule preuve que j'aie eue de la manière distinguée dont la cristallographie est cultivée à l'École Normale.

*Six à six.*

7. Pyroxène bisunibinaire hémitrope.  $M^1 H^1$   
 $M^1 r^1$

$G^1 P^1 A^1 B^1$   
 $l^1 P^1 n^1 c^1$  (fig. 29 et 30).

Je n'ai point encore rencontré, parmi les formes du pyroxène, le type auquel se rapporte cette hémitropie, et que représenté la

figure 29. Mais j'ai des cristaux rapportés du Tyrol, dont la forme est celle qu'on voit (fig. 30). On reconnaît qu'ils sont hémitropes, à ce qu'ils offrent des joints naturels parallèlement à l'une et à l'autre des faces  $P, p$ , qui ont des inclinaisons égales à celle de la base de la forme primitive, d'où il suit qu'elles font entre elles un angle de  $147^\circ 48'$ . La face  $n$ , qui est perpendiculaire à l'axe, existe aussi sur le pyroxène ambigu (fig. 27). Les faces  $c, c$  (fig. 30), qui lui sont adjacentes, donnent la répétition, en sens contraire, des faces  $s, s$  (fig. 20 et 25). Ces deux ordres de faces, séparés ici sur des individus différens, fournissent par là même une double preuve de la position oblique de la base du noyau, déduite de la loi de symétrie, dont elles déguiseraient l'effet, si elles concouraient sur un même cristal; et leur comparaison annonce la propriété commune à tous les prismes rhomboïdaux, de se prêter à ces doubles solutions d'un même problème, dont j'ai parlé.

On concevra aisément l'hémitropie qui naît de cette forme, si l'on imagine que, son noyau étant divisé en deux, à l'aide d'un plan qui passe par la petite diagonale  $bd$  (fig. 21) et par l'axe, sa moitié antérieure ait fait une demi-révolution, et soit venue s'accoler contre l'autre en sens contraire, en même temps qu'elle entraînait avec elle la partie enveloppante. Le plan qui sous-divise le noyau passant en même temps par l'arête  $y$  (fig. 29), il résulte du mouvement que je viens d'indiquer, que la face  $P$  aura été se placer dans la partie inférieure à côté de  $p$ , comme on le voit (fig. 30).

et que les faces  $n'$ ,  $c'$ ,  $c'$  (fig. 29) auront passé à la partie supérieure (fig. 30), en sorte que la première se trouvant de niveau avec son analogue  $n$  (fig. 29) qui est restée fixe, l'ensemble des deux n'en aura plus formé qu'une seule (1).

La forme que je viens de décrire, indépendamment de ce qu'elle a d'intéressant par elle-même, m'a paru encore mériter une place dans ce Mémoire, en ce qu'elle unit par un nouveau lien la cristallisation de la sahlite avec celle du pyroxène. La loi dont M. le comte de Bournon fait dépendre la onzième modification du premier de ces minéraux, a pour

signe  $\overset{\frac{1}{2}}{A}$  (fig. 22), et répond à celle qui dans

ma théorie est représentée par  $\overset{\frac{1}{2}}{B}$ , et produit les faces  $c$ ,  $c$  (fig. 29). M. de Bournon admet aussi, comme on l'a vu plus haut, les faces  $s$ ,  $s$  (fig. 20 et 25), auxquelles les précédentes s'assimilent par leurs positions (2). Il est remarquable qu'il ait rencontré, sans s'en apercevoir, dans les cristaux de sahlite, les résultats

(1) Dans le passage à l'hémitropie, les extrémités antérieures des faces  $c$ ,  $c$ , disparaissent sur la partie qui est censée avoir tourné, et sont remplacées par les prolongemens de la face P.

(2) J'ai été encore obligé de rectifier ici le calcul de ce savant. L'incidence des faces analogues à  $c$ ,  $c$  sur la base de son prisme rectangulaire (fig. 22), qui est la seule qu'il ait déterminée, serait d'après son indication de  $136^{\text{d}} 51'$ . Mais, en partant de ses données, on trouve pour l'incidence dont il s'agit  $137^{\text{d}} 37'$ , qui diffère de  $\frac{1}{2}$  de degré de celle qu'il a obtenue. L'adoption de cette dernière valeur rétablit l'égalité d'inclinaison en sens contraire, des faces qui répondent

des mêmes lois qui impriment aux cristaux de pyroxène des caractères si saillans.

*Huit à huit.*

8. Pyroxène sténonome.  $M' H' G' E P E' E$   
 $M' r l o P s$

$A^{\frac{1}{2}} A^{\frac{1}{2}}$   
 $\overset{1}{z} z$  (fig. 31). Cette variété se trouve en Piémont dans la vallée de Brozo. Ses cristaux sont d'un vert noirâtre, et ont quelquefois un volume considérable. Il y en a cependant qui n'ont que les dimensions des pyroxènes ordinaires.

La même variété me fournit l'occasion de renouveler une remarque que j'ai déjà faite plusieurs fois ailleurs, sur certaines propriétés géométriques inhérentes aux lois de décroissement, et qui impriment aux formes cristallines des caractères de symétrie et de régularité doublement intéressans, en ce qu'ils offrent des facilités pour la solution des problèmes

à  $s$ ,  $s$ ,  $c$ ,  $c$  (fig. 20 et 29), sur les cristaux de sahlite, abstraction faite de la légère différence qui dépend de ce que M. de Bournon n'a pas ramené les dimensions du prisme de sahlite au rapport indiqué par les propriétés dont j'ai parlé. Je remarquerai encore que dans le pyroxène, l'incidence de  $c$  sur P (fig. 23) serait de  $137^{\text{d}} 7'$ , c'est-à-dire, qu'elle ne différerait que d'un quart de degré de l'angle de  $136^{\text{d}} 51'$ , indiqué par M. de Bournon, tandis que l'angle auquel il aurait dû parvenir, et qui est de  $137^{\text{d}} 37'$ , surpasse d'un demi-degré celui qui lui correspond sur le pyroxène. Ainsi, un calcul fautif a de nouveau conduit M. de Bournon à une forme plus voisine du pyroxène, que s'il eût été conforme aux données adoptées par ce savant.

relatifs à la détermination de ces formes. Pour les mieux saisir, dans le cas présent, on jettera les yeux sur la figure 32, qui représente en projection horizontale le sommet supérieur de la variété dont il s'agit. La symétrie de l'ensemble qu'offrent les faces de ce sommet consiste : 1°. en ce que les bords  $c, c$ , de la face P sont parallèles, comme il est évident; 2°. en ce que les lignes  $a, a', a''$ , ou les intersections des faces M (fig. 31) et  $o, s, t$  (fig. 32), sont aussi parallèles; 3°. en ce qu'il y a de même parallélisme entre les intersections  $n, n'$  des faces  $t, u$ , et de la face adjacente à  $l$  (fig. 31) derrière le cristal, ainsi qu'entre les intersections  $d, d'$  (fig. 32) des faces  $s, u$ , et de la face opposée à  $r$  (fig. 31). Il en résulte que les bords  $d, n'$  (fig. 32) de la face  $u$ , s'ils se prolongeaient jusqu'à s'entrecouper, la convertiraient en rhombe. Il ne faut pas oublier que ces caractères tiennent à des lois de décroissement qui agissent diversement sur différentes parties de la forme primitive, en sorte qu'ils étaient, pour ainsi dire, inattendus.

*Neuf à neuf.*

9. Pyroxène octovigésimal.  $M^1 H^1 G^1 E P$   
 $M^1 r^1 l^1 o^1 P$   
 $E^1 A^1 (A^1 B^1 H^1)^5 A^1$   
 $s^1 t^1 k^1 u^1$  (fig. 33). Ce sont les cristaux de cette variété, que j'ai déjà dit être transparents et d'une forme très-prononcée, qui m'ont fourni les observations à l'aide desquelles j'ai réuni au pyroxène la substance nommée *alalite* par M. de Bonvoisin. Ils ne

diffèrent de ceux de la précédente que par l'addition des faces  $k, k$ . Ils avaient été découverts avant elle, et lorsque celle-ci se montra, on fut frappé de la grande analogie que présentaient les formes de ces deux corps originaires d'un même pays, et qui contrastent si fortement par leurs caractères extérieurs; et comme ces caractères tendaient à rapprocher la variété sténonome du pyroxène ordinaire, dont elle a l'éclat, la couleur et l'opacité, cette circonstance servit à réconcilier, pour ainsi dire, plusieurs partisans de la méthode fondée sur les caractères dont il s'agit, avec l'idée d'une réunion aussi contraire à toutes les apparences, que celle qu'indiquait la cristallographie, entre l'alalite et le pyroxène.

La forme qui nous occupe, et dans laquelle réside le *maximum* du nombre de faces observées jusqu'ici sur les cristaux de pyroxène, est en même temps celle qui offre les indications les plus parlantes de la loi de symétrie. On y voit d'un côté des faces de deux ordres; savoir:  $o, o, s, s$ , qui, ayant des inclinaisons différentes de celles des faces  $k, k, u, u$ , situées du côté opposé, annoncent par cela seul la diversité des parties sur lesquelles naissent les décroissemens qui les produisent, et l'obliquité de la base à laquelle appartiennent ces mêmes parties. Quant à l'égalité en sens contraire des angles que les faces  $P, t$  font avec l'axe, elle indique la propriété qui limite la hauteur de la forme primitive. L'œil, en analysant cette variété, y aperçoit d'une manière évidente, tous les élémens de la théorie du pyroxène.

Les faces  $M, M,$  sont ordinairement trop étroites, pour permettre de mesurer exactement leurs incidences, soit entre elles, soit sur les adjacentes  $r, L.$  Mais j'ai des cristaux de cette variété, où ces faces, étant d'ailleurs très-nettes, ont une largeur plus que suffisante, pour se prêter à des mesures qui ne laissent aucun lieu de douter que ces incidences caractéristiques ne soient de  $88^d$  et  $92^d$ , entre les mêmes faces, et de  $134^d$  et  $136^d$  à l'égard des angles qu'elles font avec les faces  $r, L.$

## TABLEAU DES MESURES D'ANGLES.

|                                              |                                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Incidence de                                 | $c$ sur $c'$ , $152^d 12'$ .                         |
| $M$ sur $M$ , $87^d 42'$ .                   | $k$ sur $L$ , $109^d 28'$ .                          |
| $M$ sur le plan de retour, $92^d 18'$ .      | $k$ sur $r$ , $146^d 19'$ .                          |
| $M$ sur $P$ , $101^d 51'$ .                  | $l$ sur $n$ , $90^d$ .                               |
| $M$ sur la face opposée à $P$ , $78^d 55'$ . | $l$ sur $o$ , $132^d 16'$ .                          |
| $M$ de retour sur $c$ , $121^d 48'$ .        | $l$ sur $r$ , $90^d$ .                               |
| $M$ sur $l$ , $136^d 9'$ .                   | $l$ sur $s$ , $120^d$ .                              |
| $M$ sur $n$ , $90^d$ .                       | $l$ sur $u$ , $114^d 26'$ .                          |
| $M$ sur $o$ , $145^d 9'$ .                   | $l$ sur $r$ , $104^d 35'$ .                          |
| $M$ sur $r$ , $133^d 51'$ .                  | $o$ sur $o$ , $95^d 28'$ .                           |
| $M$ sur $s$ , $121^d 48'$ .                  | $o$ sur $r$ , $118^d 59'$ .                          |
| $M$ de retour sur $s$ , $101^d 12'$ .        | $o$ sur $s$ , $156^d 39'$ .                          |
| $M$ sur $t$ , $101^d 51'$ .                  | $o$ sur la face $u$ qui lui est adjacente, $112^d$ . |
| $M$ sur $r$ , $121^d 7'$ .                   | $r$ sur $s$ , $103^d 54'$ .                          |
| $P$ sur $p$ , $147^d 48'$ .                  | $r$ sur $t$ , $106^d 6'$ .                           |
| $P$ sur $l$ , $90^d$ .                       | $r$ sur $u$ , $126^d 36'$ .                          |
| $P$ sur $r$ , $106^d 6'$ .                   | $s$ sur $s$ , $120^d$ .                              |
| $P$ sur $s$ , $150^d$ .                      | $s$ sur $u$ , $129^d 30'$ .                          |
| $P$ sur $t$ , $147^d 48'$ .                  | $u$ sur $u$ , $131^d 8'$ .                           |
| $c$ sur $c$ , $120^d$ .                      | $r$ sur $r$ , $150^d 50'$ .                          |

En parcourant le tableau précédent, on s'apercevra que j'y ai donné un plus grand nombre d'angles qu'il n'était nécessaire, pour

constater l'existence des lois de décroissement d'où dépendent les formes secondaires. Il en résulte que les diverses incidences qui dépendent les unes des autres se servent mutuellement de garantie, et assurent la justesse des données employées dans la solution des problèmes. Je ne me suis pas contenté de vérifier par moi-même les incidences dont il s'agit, à l'aide des mesures mécaniques. J'ai profité, pour répéter ce genre d'observation sur tous les cristaux de ma collection qui sont susceptibles de s'y prêter, des secours qu'a bien voulu m'offrir M. de Monteiro, savant portugais, qui joint à de profondes connaissances en cristallographie une grande habileté dans l'art de manier le goniomètre; et tous ceux qui ont lu les Mémoires qu'il a publiés, ou ont conversé avec lui, sentiront combien j'ai dû apprécier les avantages d'une coopération, qui m'a mis dans le cas de consulter, sur le fonds même de mon travail, un savant dont le jugement est aussi sûr qu'impartial.

Indépendamment de mon but principal, qui était d'appliquer au pyroxène les considérations que fournit la loi de symétrie, pour la véritable détermination des formes primitives des cristaux, je crois en avoir rempli un autre, qui est lié avec le précédent, et qui consiste à prouver l'identité des diverses substances que j'ai réunies en une seule espèce sous le nom de *pyroxène*. Les résultats de la théorie, combinés avec les mesures mécaniques, ne me paraissent laisser aucun lieu de douter que les molécules de toutes ces substances ne soient semblables par leurs dimensions et par les

mesures de leurs angles. Leurs formes secondaires offrent même des faces qui sont communes à plusieurs d'entre elles ou même à toutes. Les faces latérales  $M$ ,  $r$ ,  $l$ , et les faces terminales,  $s$ ,  $s$ , qui sont les plus ordinaires dans les cristaux des pyroxènes, se retrouvent dans ceux de sahlite, de coccolithe et d'alalite. La face  $P$  existe dans ceux de pyroxène, de sahlite, d'alalite et de mussite. Les faces,  $o$ ,  $t$ ,  $u$ , appartiennent en même temps à la cristallisation du pyroxène et de l'alalite; les faces  $c$ ,  $n$ , à celle du pyroxène et de la sahlite (1). Seulement, quelques-unes de ces faces subissent, dans le rapport de leurs dimensions, des variations qui en déterminent dans le *facies* des cristaux. Ainsi la sahlite et l'alalite présentent souvent l'aspect d'un prisme rectangulaire tronqué sur ses bords longitudinaux, tandis que, dans certains cristaux de pyroxène, les pans dominans sont plutôt ceux du prisme rhomboïdal. Les faces  $s$ ,  $s$ , dont la grandeur est si sensible dans les cristaux de pyroxène, où souvent elles recouvrent seules la base de la forme primitive, se font quelquefois chercher sur les cristaux d'alalite, au milieu des faces plus étendues qui les accompagnent. Mais toutes ces diversités, dont d'autres espèces fournissent de nombreux exemples, ne servent qu'à

(1) M. de Bournon a indiqué la face  $t$  sur une variété de sahlite, dans le *Journ. des Mines*, XIII<sup>e</sup> vol., p. 112. Il cite encore dans son Catalogue des faces qu'il a observées sur des cristaux de sahlite, et qui établissent de nouvelles analogies entre ce minéral et le pyroxène. Mais je n'abstiens de les faire connaître, pour ne pas trop surcharger ce Mémoire.

mieux faire ressortir la constance des inclinaisons des différentes faces, qui est, comme je l'ai dit ailleurs, le point fixe autour duquel tout le reste semble osciller.

La réunion de la sahlite avec le pyroxène était celle qui avait le plus besoin d'être motivée, parce qu'un célèbre cristallographe a employé, pour la combattre, l'appareil imposant de la géométrie. Mais, lorsqu'on examine de près les résultats de ses observations et de sa théorie, on trouve que, loin de porter atteinte à cette réunion, ils sont plutôt susceptibles d'être interprétés en sa faveur. La substitution du prisme rhomboïdal au prisme rectangulaire, comme forme primitive de la sahlite, est indiquée par la division mécanique. La réduction de l'arête verticale du prisme à un tiers de la longueur que lui assigne M. le comte de Bournon, est conforme à l'analogie des prismes rhomboïdaux, et conduit à une plus grande simplicité dans l'ensemble des lois de décroissement d'où dépendent les formes secondaires. Dans les cas où M. de Bournon est parvenu à des angles qui diffèrent d'une quantité très-appreciable de ceux auxquels l'auraient conduit ses données, si son calcul n'avait pas été fautif (1), ces angles se trouvent à très-peu près les mêmes que ceux qui leur correspondent sur les cristaux de pyroxène ordinaire.

(1) Ces différences portent principalement sur les déterminations dans lesquelles il est nécessaire de faire intervenir comme données les lignes  $EE$ ,  $E\gamma$  (fig. 22) que M. de Bournon suppose égales, tandis que, d'après ma théorie, elles sont entre elles dans le rapport de  $\sqrt{12}$  à  $\sqrt{13}$ .

On ne peut douter que M. de Bournon n'ait vérifié avec soin les angles dont il s'agit, et ne les ait jugés exacts (1). Il en résulte que les données d'où il est parti, et qui amènent des angles différens, lorsqu'il n'y a point d'erreur dans le calcul, ont besoin d'être rectifiées de manière à les mettre d'accord avec les observations faites par lui-même, ce qui ne peut avoir lieu sans que la forme primitive de la sahlite ne se trouve totalement convertie en celle du pyroxène, et ne vienne s'identifier avec elle dans un même système de cristallisation. J'oserai dire que dans l'hypothèse où je n'aurais jamais vu un seul cristal de sahlite, ainsi que l'a pensé M. de Bournon (2), un examen suivi de la théorie qu'il a donnée des formes cristallines de cette substance m'aurait suffi pour y reconnaître les principaux traits de la structure du pyroxène, et pour me faire pencher vers la réunion de ces deux minéraux entre lesquels le même savant, qui les a comparés en nature, dit n'avoir pu apercevoir le moindre rapport.

Les caractères qui se tirent des apparences

(1) Ce célèbre cristallographe pense avec raison que, lorsqu'on a acquis l'habitude de mesurer les angles des cristaux, à l'aide du goniomètre, il est presque impossible de s'écarter de la mesure exacte de plus d'un demi-degré. (*Traité complet de la Chaux carbonatée et de l'Arragonite*, 2<sup>e</sup> vol., p. 227.) J'ai acquis la preuve que quand les cristaux sont d'une forme nettement prononcée, et que l'on combine les différentes mesures, soit entre elles, soit avec les données que fournit l'aspect géométrique de ces corps, on peut obtenir une beaucoup plus grande précision.

(2) Voyez la note ci-dessus, p. 278.

extérieures, et spécialement de la couleur, suivent; au moins dans une grande partie des individus, une gradation analogue à celle des diversités accidentelles d'aspect dont j'ai parlé il n'y a qu'un instant. Le vert dans les pyroxènes est obscur ou même noirâtre. Il prend une teinte plus claire dans les sahlites. Il n'en resté plus qu'une légère nuance dans les alalites, où il est souvent accompagné d'une assez belle transparence. Il en résulte qu'un observateur un peu exercé, à qui l'on présente un individu de ces substances, choisi parmi les plus ordinaires, reconnaît facilement à laquelle des trois il se rapporte; d'après l'aspect général de sa forme et le ton de sa couleur; d'où il sera porté à conclure que ces caractères sont vraiment distinctifs, et que les substances qui les présentent appartiennent à trois espèces différentes.

Mais, en multipliant les observations, on voit disparaître la ligne de démarcation que les mêmes caractères semblaient indiquer entre les trois substances. Il existe à Arendal des prismes octogones d'un noir verdâtre très-foncé, qui ne diffèrent que par cette couleur de certains prismes verdâtres de sahlite. D'une autre part, le vert-olivâtre est cité dans toutes les descriptions du pyroxène, parmi les nuances qui diversifient la couleur des cristaux de cette substance; la même teinte reparaît dans plusieurs de ceux qui appartiennent à la sahlite, et le célèbre Hausmann l'indique dans la description qu'il a publiée de ce dernier minéral (1).

(1) *Handbuch der Mineralogie*, 1813, p. 693.

ainsi qu'une autre nuance à laquelle on a donné le nom de *vert de poireau*, et qui est encore un des caractères attribués au pyroxène. Les gros cristaux d'un vert foncé, trouvés dans la vallée de Brozo, postérieurement à la découverte de l'alalite, et dont j'ai parlé plus haut, sont liés à cette dernière par l'aspect de leur forme, et au pyroxène par leur ton de couleur; d'autres beaucoup plus petits, qui viennent du même endroit, sont d'un vert moins intense, analogue à celui de la sahlite.

On doit conclure de ce que je viens de dire, que les descriptions qui ont été publiées du pyroxène et de la sahlite, que je me borne ici à donner pour exemple, indiquent déjà des nuances de couleur communes à ces deux minéraux; et, quant aux prismes d'un noir-verdâtre foncé que j'ai cités, il faudra opter. Si on les place parmi les sahlites, ils y porteront avec eux cette couleur, qui jusqu'alors semblait être réservée exclusivement au pyroxène; et, si on les réunit à ce dernier minéral, ils introduiront parmi ses variétés une forme regardée comme caractéristique de la sahlite. On se rejettera peut-être sur le principe admis par de célèbres minéralogistes et si commode dans la pratique, qu'une espèce est susceptible de passer à une autre, en sorte qu'on ne doit pas être surpris de rencontrer de ces êtres mixtes, qui forment comme la nuance entre les deux espèces.

Je me bornerai, pour toute réponse, à un court exposé des principes faits pour être accueillis par les hommes qui savent apprécier cette justesse d'idées, sans laquelle il n'est pas de

de véritable méthode. Le minéralogiste qui les prend pour guides, ne voit dans tous ces corps que l'on a nommés *augite*, *coccolithe*, *sahlite*, *alalite* et *mussite*, que des variétés d'une espèce unique, parce qu'ils ont tous pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique, dont les angles et les dimensions sont les mêmes. Toutes les modifications de forme que subit cette substance viennent se rallier dans ses calculs, à l'aide des lois de la structure, qui les font dépendre les unes des autres et de leur forme primitive commune. Celles qui ne se sont pas encore offertes à ses observations se trouvent comme expliquées d'avance, d'après la certitude qu'il a de les ramener au même système de cristallisation. Il considère les diverses nuances de couleurs qui font varier l'aspect de la surface comme les effets d'une matière étrangère, qui s'interpose entre les molécules sans les altérer, c'est-à-dire, sans porter atteinte à l'unité d'espèce. Dans le cas présent, ce principe paraît être le fer, dont l'existence est décelée par l'aiguille aimantée sur laquelle agissent très-sensiblement les pyroxènes d'un vert noirâtre. Les alalites de la même couleur que l'on trouve dans la vallée de Brozo, exercent une semblable action, qui seulement est plus faible. La même cause lui donne l'explication des petites différences de tissu et d'éclat que présentent les corps dont la matière propre est altérée par des mélanges. Il se croit d'autant mieux fondé à faire abstraction de ces différences et de celles qui tiennent à la couleur, qu'elles s'effacent de plus en plus, à mesure que les recherches se multiplient, en

*Volume 38, n°. 223.*

LOI DE SYMÉTRIE.

SUR UNE LOI, etc.

sorte que les mêmes modifications qui semblaient d'abord appartenir exclusivement à telle substance, reparaissent dans une autre que leur absence avait servi à caractériser; et ces nouveaux rapports si embarrassans pour ceux qui persistent à séparer ce que l'observation rapproche de plus en plus, et à admettre des distinctions spécifiques qui, étant subordonnées aux découvertes futures, n'ont qu'une existence précaire, viennent au contraire à l'appui de l'opinion d'après laquelle ils ne seront jamais autre chose que de nouveaux termes ajoutés à une succession de nuances accidentelles entre des individus d'une même espèce.

Fig. 20.

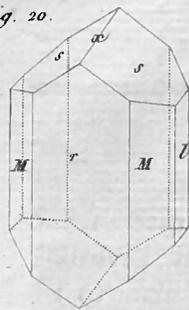


Fig. 21.

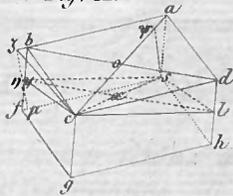


Fig. 22.

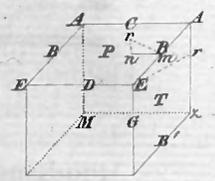


Fig. 23.

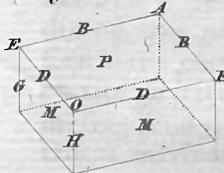


Fig. 24.

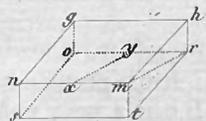


Fig. 25.

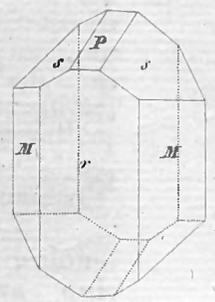


Fig. 26.

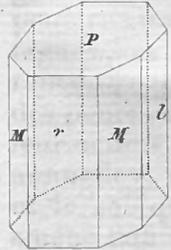


Fig. 27.

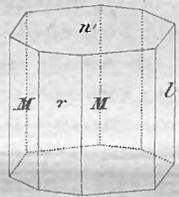


Fig. 28.

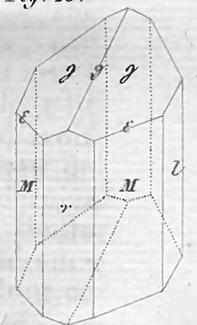


Fig. 29.

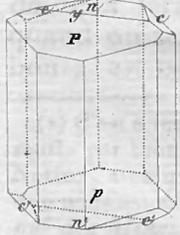


Fig. 30.

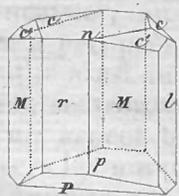


Fig. 33.

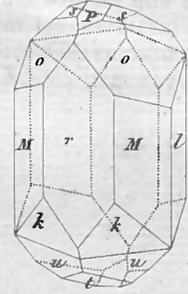


Fig. 31.

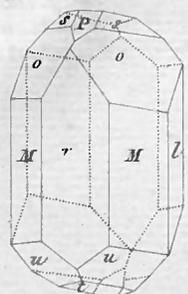


Fig. 32.



LOI DE SYMÉTRIE.

Fig. 20.

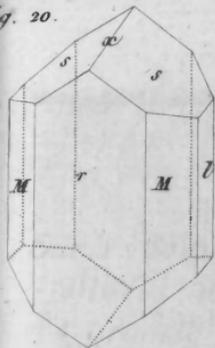


Fig. 21.

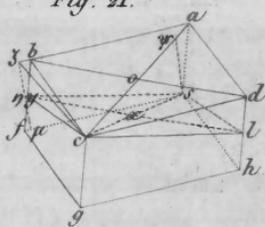


Fig. 22.

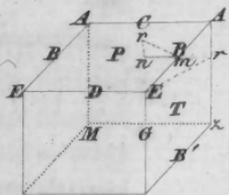


Fig. 23.

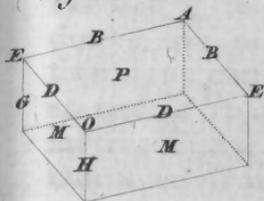


Fig. 24.



Fig. 25.

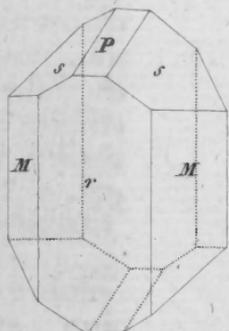


Fig. 26.

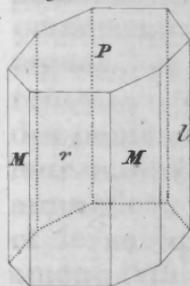


Fig. 27.

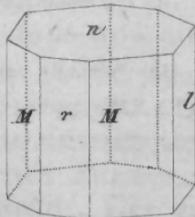


Fig. 28.

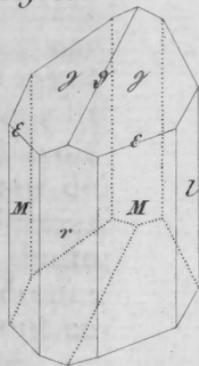


Fig. 29.

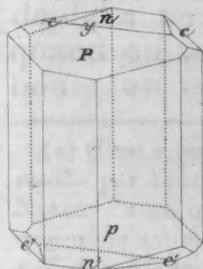


Fig. 30.

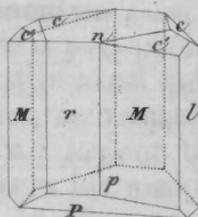


Fig. 31.

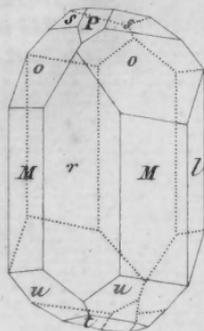


Fig. 32.

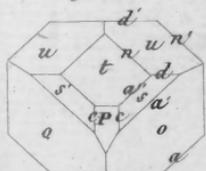


Fig. 33.



---



---

 N O T I C E

*Sur les Mines de cuivre pyriteux de Zamabor, situées dans l'intendance de Carlstadt. (Croatie civile) (1).*

Le bourg de Zamabor, ou Szamabor, qui a donné son nom aux mines dont il sera question dans cette Notice, est situé dans la vallée et sur la rive droite de la Save, à 17 kilomètres Sud-Est de *Ran*, et à 25 kilomètres Ouest environ de *Agram*.

Ce bourg est bâti dans une anse ou prolongement lateral de la vallée de la Save, qui pénètre assez avant entre deux croupes de montagnes, et qui paraît devoir son origine à la rencontre de plusieurs ruisseaux descendans des pentes environnantes. Ces ruisseaux, par leur action érosive, augmentée de leurs crues annuelles, ont abaissé successivement leur lit et le sol qui les encaisse, au point d'avoir amené l'un et l'autre à peu près au niveau de la Save. Zamabor, situé ainsi au bas du dernier versant d'une chaîne, se trouve sur la limite de deux terrains d'un aspect bien différent: quand on se porte vers les montagnes dont ce bourg est entouré, le côté nord excepté, on

---

(1) C'est à feu M. Lemaire, dont la perte a été vivement sentie par tout le Corps des Mines, que nous devons cette Notice, ainsi que celle sur les caractères des grauwackes, que nous avons déjà insérée dans ce recueil (Voyez le *Journal des Mines*, tom. XXXV, pag. 197.)

voit les torrens ou ruisseaux qui s'y rendent, ne couler que dans d'étroits ravins, ou dans des vallons tortueux et profonds; ceux-ci s'élèvent ensuite pour atteindre aux premières crêtes de la chaîne, voisines de Zamabor, et très-élevées au-dessus d'eux, quoique généralement recouvertes de végétaux. Ces vallons se présentent en amphithéâtre les uns au-dessus des autres, ou, si des pentes les réunissent, leur rapidité est telle, que les terres et les arbres qui les couvrent semblent prêts à fondre sur l'observateur. Les formes du terrain y sont très-heurtées, et les bas-fonds creusés très-profondément.

Lorsque, au contraire, après avoir suivi le cours de la Save dans la haute et basse Carniole, on arrive à Zamabor, au sortir de cette dernière province, on voit avec une surprise agréable, la vue s'étendre du côté de la plaine, l'horizon s'agrandir, les montagnes se dépouiller de leurs formes rudes et austères pour se revêtir de gracieux contours, et quitter une stérilité affligeante pour s'orner de tout ce qu'une belle végétation peut offrir de plus frais et de plus riant. Ces contrées pittoresques, que l'on retrouve presque dans toutes les grandes vallées, aux limites des pays montagneux, se colorant ici des teintes riches et suaves dont la lumière des climats méridionaux sait tout embellir, forment, des environs de Zamabor, l'un des plus beaux sites de l'Illyrie. Mais c'est vers la chaîne de montagnes qu'il faut s'acheminer pour trouver la pyrite cuivreuse; elle ne s'est point à Zamabor même, on l'exploite au village de Rude, à 5 kilomètres Sud de ce bourg, sur un ruisseau appelé *Malagrattna*.

Pour se rendre de Zamabor aux mines, on suit ce torrent peu après avoir quitté ce bourg, et l'on chemine dans le ravin de Malagrattna, au moyen duquel on avance lentement en suivant une succession d'angles saillans, et rentrans, par fois très-aigus, jusqu'à ce que, arrivé à vingt minutes environ de l'établissement, le vallon, devenu moins sinueux, est susceptible de recevoir une ligne presque droite dirigée de l'Est à l'Ouest (entre 6 et 7 heures de la boussole), laquelle, prolongée sur une longueur de 5 à 6 kilomètres, en atteint l'extrémité, et parvient au point où il est cerné par des montagnes assez élevées au-dessus de lui, quoiqu'il se soit exhaussé lui-même, soit en pentes douces, soit par des terrasses. Les talus de cet étroit vallon sont très-rapides, et souvent remplacés par des escarpemens; le ruisseau en occupe le fond. C'est ce vallon, et particulièrement la ligne dont il vient d'être parlé, qu'il convient de parcourir pour faire connaître la nature et l'ordre de superposition des roches qui constituent le terrain recélant le minerai cuivreux.

Avant que d'avoir quitté le bourg, on aperçoit, sur la gauche, un énorme rocher portant encore des ruines de l'ancien château de Zamabor. Ce calcaire est communément d'un blanc grisâtre, d'autres fois rosacé, et présente de légères nuances dans lesquelles le blanc prédomine toujours fortement; il est brillant et un peu luisant dans son intérieur, scintille légèrement au soleil, translucide sur ses bords aigus et tranchans, dense et fendillé dans sa cassure; exposé à l'air, sa couleur blanche devient plus intense, il se fendille et se présente

Calcaire  
blanc.

en pièces séparées ; celles-ci, en se soudivisant à l'infini, le rendent très-remarquable par le sable qui résulte de sa décomposition, lequel est d'autant plus fin, qu'il a été exposé à l'air un tems plus long, et que les eaux ont pris une part plus active à sa formation. Ce calcaire est siliceux ; il ne laisse point apercevoir de stratification bien marquée, ne renferme point de coquilles, ou du moins que rarement, et en très-petit nombre (1).

Calcaire  
bleu veiné  
de spath  
blanc.

A cette première roche succède un calcaire d'un bleu foncé, à cassure un peu grenue, quelquefois un peu écaillée, opaque, et traversé par des veines de spath calcaire blanc ; il n'est point siliceux, et ne renferme que peu ou point de coquilles. Il est encaissé dans le calcaire précédent, et paraît alterner avec lui, mais à de grandes distances, et plutôt comme couches subordonnées que comme partie constituante du terrain ; il est trop rare pour que cette épithète puisse lui être appliquée ; elle ne convient qu'au calcaire blanc, qui compose la presque totalité des saillies du terrain et les sommets des montagnes. Le calcaire bleu se trouve à l'origine de la partie rectiligne du val-

(1) La même roche compose les premiers terrains calcaires qui succèdent aux terrains primitifs très-rares en Illyrie, si ce n'est sur la rive gauche de la Drave, et près des confins du pays de Salzbourg. C'est de cette roche que sont composés les Alpes Juliennes, et tous les sommets élevés de la Haute-Carinthie ; elle renferme les minerais de Raibl, de Bleyberg, les minerais de fer de la Carniole, et elle se prolonge jusqu'à Zamabor, mais on ne la voit plus guère au-delà. Au Sud elle est recouverte par des calcaires secondaires et coquilliers.

lon, celle qu'on s'est le plus attaché à étudier (ce qui a été dit donnant une idée suffisamment exacte de la portion sinueuse du ravin). Il y est coupé à pic sur une petite hauteur près de la Malagrattna.

Cette petite rivière a rendu également sensible, mais sur une hauteur assez considérable, une formation de grauwacke qu'elle traverse, et que des escarpemens permettent de reconnaître. Sur la rive gauche, on aperçoit une grauwacke commune stratifiée en couches de 1 à 3 mètres d'épaisseur ; elle est d'un gris de cendre foncé, passant au roussâtre par son exposition à l'air ; elle se compose de fragmens de quartz, blanc ou rougeâtre, dépassant rarement la grosseur d'une amande, liés par une pâte argileuse, mêlée de petites parcelles de mica blanc argentin ; il s'y trouve aussi quelques fragmens de schistes argileux primitifs. Sur la rive gauche on voit un schiste grauwacke d'une couleur bleue en couches contournées et ondoyantes, chargé d'efflorescences blanches, et laissant suinter des eaux chargées d'ocre, provenant des pyrites qui y sont renfermées. Ce schiste grauwacke ou argileux apparaît aussi plus loin sur la rive droite de la Malagrattna, auquel succèdent des grauwackes communes ; des grauwackes schisteuses, qui ne diffèrent des communes que par la petitesse des grains quarzeux qui la composent ; des schistes grauwackes, et enfin une suite non interrompues de ces trois variétés de grauwackes. C'est entre elles que l'on trouve celle de leurs dérivées ou passages, qui se rapproche de la pierre à fusil ; elle est d'un jaune orangé pâle et blanchâtre,

Grauwacke commune.

Schiste grauwacke.

Grauwackes schisteuses.

Passage à quartz pyromaque.

translucide sur les bords; elle a une cassure conchoïde, mais couverte de petites écailles, lesquelles, déjà en partie détachées, y forment des stries ou petites taches blanches; le tissu en est moins serré, le grain moins fin que dans le quartz pyromaque, la cassure moins luisante et moins nette que celle de cette dernière variété de quartz. Cette roche ne laisse plus, toutefois, apercevoir de grains quarzeux, ni de pâte argileuse; elle est homogène dans sa composition.

Au-delà de cette première tranche de grauwacke, il n'est plus guère possible, ou du moins très-imparfaitement, de reconnaître la nature du terrain sur une longueur de près d'un kilomètre; c'est-à-dire, jusqu'à l'orifice de la mine: là on retrouve les mêmes roches, grauwackes communes, schisteuses et schistés grauwackes; et tout porte à croire que l'espace qui les sépare des premières est aussi occupé, pour la plus grande partie, par les mêmes roches: le peu d'observations qu'il est possible de faire, concordent d'ailleurs avec cette manière de voir.

Les grauwackes sont encore les seules roches que l'on trouve dans l'intérieur des travaux; il faut y joindre cependant une substance appelée *mergle*, c'est-à-dire, marne par les mineurs; elle se compose d'un mélange de grauwacke schisteuse et de schiste grauwacke; ce dernier, disposé par feuilles minces contournées, ne présentant que des stries dans la cassure transversale, est facile à reconnaître; mais la grauwacke schisteuse, d'une décomposition plus facile dans ces couches qu'elle ne l'est ailleurs, exige quelque attention pour s'y laisser aper-

Grauwacke décomposée appelée marne.

cevoir; elle paraît avoir été souillée par une portion de la pâte argileuse de la grauwacke commune, laquelle, en se décomposant, masque les grains quarzeux, très-fins d'ailleurs, et communique au tout une couleur blanche, et une certaine onctuosité au toucher, qui ont suffi aux yeux des ouvriers pour lui appliquer le nom de marne.

Les travaux du mineur de Zamabor ou de Rude, se font ainsi dans une formation de grauwacke des mieux caractérisée. Ces roches n'y laissent apercevoir, ni direction, ni inclination suivie; elles paraissent y être contournées, et se trouvent dans un état de décomposition très-avancé. La grauwacke qui, au jour, est d'une dureté extrême, s'y présente généralement sous la forme d'un sable agglutiné, conservant sa texture et son aspect originels; mais, cédant au moindre choc, il en est de même de la grauwacke schisteuse, et à plus forte raison du schiste grauwacke: on croirait qu'un fleuve a traversé cette mine, tant la décomposition y est avancée dans toutes ses parties. Les mineurs cependant sont persuadés que les eaux de la surface ne s'y infiltrent point; on n'en extrait en effet que fort peu des travaux: ils attribuent cette dernière circonstance à une tranche gypseuse dont il sera parlé bientôt; et, quant à la décomposition, elle doit être attribuée, disent-ils, au contact de l'air humide et des exhalaisons qui circulent dans les travaux; une galerie, creusée d'abord dans le ferme, doit, après le cours d'une année, être revêtue de forts étançons, sinon elle s'écoulerait entièrement. Si, en outre de ce fait d'expérience, on considère

que le niveau supérieur, le seul où l'on ait pu pénétrer, quoiqu'il en existe deux autres, a été exploité depuis longues années, et à plusieurs reprises, et traversé dans tous les sens, on se rend facilement à l'opinion des mineurs; et l'on n'est plus surpris du défaut de direction et d'inclinaison suivies des roches que l'on y remarque.

Pyrites  
cuivreuses.

La pyrite cuivreuse n'occupe, dans cette grauwacke, aucun gîte particulier; elle ne s'y trouve ni en couche, ni en filon, mais en filets, nids, rognons, ou amas. On y voit le minerai se présenter sous la forme de galets arrondis dans la grauwacke commune, qui les cernent exactement de toutes parts. Ces galets sont trop fragiles pour croire qu'ils aient été amenés là par les eaux en même tems que les noyaux de quartz; les filets ou veines s'opposent aussi à cette supposition: ils sont larges de 3 décimètres, longs de 15 à 16 mètres au plus, et gisent entre, ou dans l'épaisseur même des couches de grauwacke, se moulent exactement sur elle, pour ensuite se perdre, se dissiper plus loin en filamens déliés ou de toute autre manière. Ces veines ne sauraient avoir été charriées, à cause de leurs volumes, eu égard à la petitesse des noyaux de quartz, et de l'extrême fragilité de la pyrite cuivreuse: on ne peut guère ainsi se refuser à admettre qu'elle s'est formée au milieu même de la masse encore molle (1).

(1) L'origine des cubes de fer sulfuré que l'on trouve dans certains schistes, ne saurait être il me semble expliquée autrement; mais l'exemple le plus frappant de ce genre de formation se fait remarquer aux mines de plomb

L'anthracite se trouve également en veines Anthracite. ou filets au milieu des mêmes roches et dans l'intérieur de la mine, moins fréquemment cependant que le cuivre pyriteux. Il y forme, comme ce dernier, des masses isolées et séparées, dont il est aussi impossible de prévoir la rencontre prochaine que d'en empêcher la disparition.

Ce qui précède fait voir que les travaux du mineur de Zamabor doivent se borner à des recherches, et à suivre le minerai que celles-ci mettent à découvert; on s'attache de préférence au schiste grauwacke et à celle qui est décomposée, probablement parce que les percemens y présentent moins de difficultés; l'on paraît croire y trouver aussi plus tôt du minerai, quoi-

---

dités de Bleyberg, sur les bords du Rhin; là on voit que la galène, qui est mêlée à la pâte de la grauwacke commune, s'est meulée sur la forme des galets qui la touchent; elle est compacte et a l'aspect du plomb. En outre le minerai que l'on exploite aujourd'hui, et qui est renfermé dans une grauwacke schisteuse recouverte par la grauwacke commune dont il vient d'être parlé, s'y présente disséminée dans la masse avec une grande régularité sous la forme de mouches ou de paillettes; elles sont tellement disposées que, si une dissolution se fût imbibée uniformément dans toute la masse avec la faculté de s'y cristalliser, les cristaux ne seraient point autrement placés que ces mouches ou paillettes: et c'est qu'en effet ces petites masses de galène appelées *knotten*, ne sont point des détritiques charriés par les eaux; mais, vus à la loupe, ce sont les assemblages de petits cubes réunis autour d'un centre commun; ces circonstances réunies permettent, obligent même en quelque sorte à admettre, que la galène à Bleyberg, de même que la pyrite cuivreuse à Zamabor, s'est formée au milieu de la grauwacke, et que la galène a même pu s'y cristalliser ainsi que le feldspath l'a fait au milieu de la pâte des porphyres.

que, lorsque cette variété n'est point accompagnée des autres, on la trouve le plus souvent stérile. C'est au-dessus et près de la tranche gypseuse dont il reste à parler, pour donner une idée des travaux, que le minerai est le plus abondamment répandu.

Gypse coloré.

Les travaux intérieurs se sont portés, à partir du ruisseau de Malagrattna, vers l'Est-Nord-Est; et c'est en cheminant dans cette direction, que l'on est parvenu à une suite de couches ou tranche gypseuse qui se dirige sur 14 heures, ou du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est, et plonge à l'Est-Est-Nord-Est sous un angle de 45° environ. Ce gypse a été traversé, et l'on a trouvé au-delà de nouveaux schistes grau-wackes qui le recouvrent, et ne donnent plus de minerai; des allongemens poussés de part et d'autre sont restés infructueux; on fut contraint d'ailleurs de les abandonner, parce que les eaux devenant plus abondantes, et pénétrant dans les premiers travaux, au-dessous du gypse, par la galerie percée dans celui-ci, on se hâta de la boucher, et de rentrer sous ce toit propice. Son épaisseur a été ainsi reconnue, et l'on s'est assuré que sa puissance est de 26 mètres à peu près, mesurés du toit au mur. Cette bande est divisée en strates, dont les plus basses, celles qui reposent sur la grau-wacke métallifère, sont dures, cristallines et très-solides; elles n'exigent aucun boisage, elles sont d'un blanc pur ou bigarré de diverses couleurs; les couches, situées au toit de la tranche et recouvertes de grau-wacke stérile, sont moins dures et plus décomposées; les unes et les autres se font remarquer par l'intensité et la

variété des couleurs qu'elles présentent; il n'est aucune nuance, le bleu foncé excepté, dont elles ne soient colorées; la plupart sont douces et agréables, en sorte que les halles où sont amoncelés les blocs de cette substance, offrent un coup-d'œil d'autant plus piquant que, cette roche tombant en poussière par l'action des pluies, les couleurs se séparent et se mêlent entre elles comme elles le seraient à peu près sur la palette d'un peintre. Le plus souvent les couleurs sont disposées par raies conformes à la stratification, tantôt larges, tantôt très-minces; d'autres fois les nuances et couleurs fortes répandues sans ordre donnent des échantillons bigarrés. Ce gypse est cristallin, sa cassure irrégulière et à bords obtus est lamelleuse, mais à petites lames; celui qui est blanc on légèrement nuancé a des lamelles plus petites encore, et prend un aspect saccharoïde; l'un et l'autre sont le plus souvent opaques. On peut y distinguer une variété de gypse silicifère; elle a une cassure écailleuse, légèrement conchoïde; un grain fin et serré, et laisse apercevoir une faible translucidité sur ses bords. Les couleurs qu'elle affecte sont le rouge brun, le violet foncé, et le blanc diversement nuancé; elle est pesante, dure, et ne se laisse pas toujours rayer par l'ongle.

Le gypse compris dans la grau-wacke dont on vient de donner la description, doit, d'après sa direction, traverser le vallon de Malagrattna, et devrait s'y montrer. Les travaux intérieurs, commencés en-deçà du point où cette intersection doit avoir lieu, ne peuvent pas la faire connaître; en comparant les directions

du gypse et du vallon, on doit croire que ce passage a lieu entre les premières grauwackes que l'on a signalées, et celles que l'on voit à l'entrée de la mine; malheureusement, sur cette étendue d'un kilomètre environ, les localités, ainsi qu'il a été dit, ne permettent pas d'observer la nature du terrain; mais, lors même que la tranche gypseuse ne s'y étendrait pas, son existence ayant été reconnue par les travaux, sur une longueur de 400 mètres, une hauteur de 200, son épaisseur déterminées, et sa stratification observée, on ne saurait la regarder comme un amas déposé accidentellement; elle doit ainsi être considérée comme une formation de gypse gisant au milieu même des grauwackes, d'autant plus que les grauwackes (premières observées), qui doivent reposer sur ce gypse, prennent, à mesure qu'elles s'approchent du point présumé d'intersection, une direction et une inclinaison semblable à la sienne. D'autres faits militent encore en faveur de cette opinion.

Gypse à la surface.

Lorsqu'après être sorti de l'intérieur des travaux on monte vers le nord pour reconnaître les travaux supérieurs à la vallée, on trouve dans une galerie élevée d'environ 50 toises, et au bout de laquelle on a traversé la tranche gypseuse par un puits vertical, on trouve, dis-je, près de son entrée un gypse siliceux pesant et très-dur, alternant avec de petites couches tellement minces, qu'elles semblent ne former que les salbandes des premières, mais dans lesquelles cependant on peut, avec quelque attention, reconnaître une grauwacke, schisteuse semblable à celle que l'on rencontre dans la mine,

à l'exception des grains ou noyaux qui y sont encore beaucoup plus fins. Ce gypse, d'un aspect général grisâtre, se compose de parties colorées, soit en bleu-grisâtre, soit en jaune de miel, et d'autres en plus petit nombre, qui sont blanches. Elles y sont mélangées confusément et sans ordre. Il a une cassure indéterminée à bords aigus; il se fônd avec assez de facilité au chalumeau en un émail, quand il est blanc; mais il n'en est plus de même dès qu'il présente une couleur un peu intense; il partage cette propriété avec les autres gypses décrits précédemment; c'est elle et la dureté de ces roches, lorsqu'elles n'ont point été altérées par l'air ou l'eau, qui ont fait présumer qu'elles devaient contenir de la silice, et qui sont cause que l'on a hasardé l'épithète de silicifère, particulièrement pour celle à cassure écailleuse qui ne paraît différer des autres que parce qu'elle a été moins altérée.

Ce gypse gris-bleuâtre, alternant avec la grauwacke, est recouvert par des couches de fer hématite luisant, et de fer oxydé rubigineux; ces strates, que l'on aperçoit assez bien, se dirigent et plongent à très-peu près comme celles du gypse. Le fer hématite, mêlé de noyaux quarzeux, laisse voir une cassure rouge luisante, onctueuse, et légèrement mamelonnée: elle est à bords aigus et tranchans, d'autrefois cependant elle est rude, et se rapproche par sa couleur du gris d'acier: le fer rubigineux, à cassure jaune terreuse, paraît être exempt de quartz; ces deux minerais de fer ne forment l'objet d'aucune exploitation.

Après ces substances métalliques, toujours

Fer hématite et fer oxydé rubigineux.

Grauwackes.

du gypse et du vallon, on doit croire que ce passage a lieu entre les premières grauwackes que l'on a signalées, et celles que l'on voit à l'entrée de la mine; malheureusement, sur cette étendue d'un kilomètre environ, les localités, ainsi qu'il a été dit, ne permettent pas d'observer la nature du terrain; mais, lors même que la tranche gypseuse ne s'y étendrait pas, son existence ayant été reconnue par les travaux, sur une longueur de 400 mètres, une hauteur de 200, son épaisseur déterminées, et sa stratification observée, on ne saurait la regarder comme un amas déposé accidentellement; elle doit ainsi être considérée comme une formation de gypse gisant au milieu même des grauwackes, d'autant plus que les grauwackes (premières observées), qui doivent reposer sur ce gypse, prennent, à mesure qu'elles s'approchent du point présumé d'intersection, une direction et une inclinaison semblable à la sienne. D'autres faits militent encore en faveur de cette opinion.

Gypse à la surface.

Lorsqu'après être sorti de l'intérieur des travaux on monte vers le nord pour reconnaître les travaux supérieurs à la vallée, on trouve dans une galerie élevée d'environ 50 toises, et au bout de laquelle on a traversé la tranche gypseuse par un puits vertical, on trouve, dis-je, près de son entrée un gypse siliceux pesant et très-dur, alternant avec de petites couches tellement minces, qu'elles semblent ne former que les salbandes des premières, mais dans lesquelles cependant on peut, avec quelqu'attention, reconnaître une grauwacke, schisteuse semblable à celle que l'on rencontre dans la mine,

à l'exception des grains ou noyaux qui y sont encore beaucoup plus fins. Ce gypse, d'un aspect général grisâtre, se compose de parties colorées, soit en bleu-grisâtre, soit en jaune de miel, et d'autres en plus petit nombre, qui sont blanches. Elles y sont mélangées confusément et sans ordre. Il a une cassure indéterminée à bords aigus; il se fond avec assez de facilité au chalumeau en un émail, quand il est blanc; mais il n'en est plus de même dès qu'il présente une couleur un peu intense; il partage cette propriété avec les autres gypses décrits précédemment; c'est elle et la dureté de ces roches, lorsqu'elles n'ont point été altérées par l'air ou l'eau, qui ont fait présumer qu'elles devaient contenir de la silice, et qui sont cause que l'on a hasardé l'épithète de silicifère, particulièrement pour celle à cassure écailleuse qui ne paraît différer des autres que parce qu'elle a été moins altérée.

Ce gypse gris-bleuâtre, alternant avec la grauwacke, est recouvert par des couches de fer hématite luisant, et de fer oxydé rubigineux; ces strates, que l'on aperçoit assez bien, se dirigent et plongent à très-peu près comme celles du gypse. Le fer hématite, mêlé de noyaux quarzeux, laisse voir une cassure rouge luisante, onctueuse, et légèrement manelonée: elle est à bords aigus et tranchans, d'autrefois cependant elle est rude, et se rapproche par sa couleur du gris d'acier: le fer rubigineux, à cassure jaune terreuse, paraît être exempt de quartz; ces deux minerais de fer ne forment l'objet d'aucune exploitation.

Après ces substances métalliques, toujours

Fer hématite et fer oxydé rubigineux.

Grauwackes.

en suivant la ligne dont il a été parlé, et en remontant la Malagrattna, viennent de nouveau les grauwackes; elles sont rendues sensibles par les haldes résultant des recherches faites dans les côtés de la vallée recouverts entièrement de végétaux; puis apparaissent enfin à un kilomètre et demi du gîte du minerai, les mêmes calcaires que ceux par lesquels on a commencé cette description, c'est-à-dire, le calcaire blanc d'abord, et peu après le calcaire bleu veiné de spath blanc enfermé dans ce premier. Ces roches paraissent se prolonger sur une longueur de 2 à 3 kilomètres, jusqu'à l'extrémité du vallon, lequel se dirige encore ici à peu près de l'Est à l'Ouest.

Les roches qui viennent d'être décrites se laissent apercevoir sur un même niveau à peu près; elles occupent une étendue de 2500 à 3000 mètres, et sont comprises entre des calcaires qui sont exactement les mêmes de part et d'autre; on peut ainsi supposer, ou qu'elles servent de base aux calcaires, ou qu'elles constituent une bande ou tranche au milieu même de ces roches. Il serait facile de lever toute incertitude si les directions et inclinaisons observées s'accordaient avec cette opinion; mais il n'en est point ainsi: en effet, le calcaire du petit escarpement situé à l'origine de la portion rectiligne du vallon, et qui laisse voir le calcaire le plus voisin de la grauwacke, incline en sens contraire de celle-ci; toutefois l'espace qui les sépare, stérile pour l'observateur, est assez grand pour que ces inclinaisons, très-fortes toutes deux, coïncident au point de contact. Les dernières grauwackes, de celles qui

ont

ont été signalées en premier lieu, inclinent et se dirigent comme la tranche de gypse, elles doivent la recouvrir; celles qui servent de mur au gypse dans l'intérieur de la mine lui sont parallèles, et par-tout ailleurs on ne saurait en reconnaître l'inclinaison; ce gypse, en outre, a été reconnu sur une longueur de 400 mètres, une hauteur de 200; c'est donc une formation de gypse renfermée dans la grauwacke. La direction du gypse gris, observé à l'extérieur, fait, avec celle du gypse de l'intérieur, un angle de  $110^{\circ}$  à  $120^{\circ}$ , et incline dans le même sens: les mêmes faits ont lieu pour les fers hématites et rubigineux; le gypse contient lui-même de la grauwacke. Il n'y a donc pas de raison d'exclure ces roches du milieu de ces mêmes grauwackes. Enfin, ces minerais de fer semblent plonger en sens contraire des premiers calcaires qui leur succèdent; mais ils en sont éloignés de près d'un kilomètre, occupés par des grauwackes dont on ignore la disposition, et qui, dans un aussi grand espace, peuvent facilement ramener une inclinaison de  $45^{\circ}$  à l'Est-Sud-Est, à celle de  $70^{\circ}$  au Sud-Est-Sud: on conçoit d'ailleurs que, dans un terrain aussi fortement contourné, et presque entièrement recouvert, on ne saurait accorder une grande confiance à des inclinaisons mesurées en un petit nombre de points, et sur des étendues très-resserrées; prises de la sorte, elles varient très-fréquemment, et ne pourraient se trouver en opposition avec les faits généraux, qu'autant que l'on verrait deux roches en contact incliner en sens contraire; c'est ce qui n'a pas lieu dans le vallon de Rude. Il suffit, au reste, d'avoir éta-

Volume 38, n<sup>o</sup>. 223.

D

Calcaires  
blanc et  
bleu.

bli une même époque de formation pour les gypses, les minerais de fer et les grauwackes; car, pour ces dernières et les calcaires, il ne saurait y avoir aucun doute, puisque, vers l'extrémité Est de la vallée de Bleyberg en Carinthie, on voit le grauwacke alterner avec un calcaire blanc, en tout semblable à celui des environs de Zamabor. Ils sont donc de formation contemporaine, d'où il suit de proche en proche que les calcaires blanc et bleu, les grauwackes, les gypses, les minerais de fer, le cuivre pyriteux et l'anthracite sont tous de formation contemporaine, et, comme tels, appartiennent tous aux terrains de transition.

On doit faire remarquer que le calcaire bleu dont il a été parlé a tous les caractères de celui sur lequel, dans le Nord de la France, reposent les formations de houille; la présence de l'anthracite est reconnue dans les deux terrains; les hématites se retrouvent également dans les départemens de l'Ourthe et de Sambre-et-Meuse: ces traits de ressemblance entre deux terrains, d'ailleurs si différens quant à l'aspect extérieur, sont d'autant plus précieux, que, si cette observation se confirmait, elle servirait à fixer l'ancienneté relative des terrains des départemens septentrionaux, où la grauwacke est rare, et où le calcaire blanc manque, par rapport à ceux qui laissent apercevoir ces roches et qui paraissent être nombreux en Allemagne.

Les faits qui ont été décrits forment l'objet principal de cette Notice, les mines de Zamabor étant presque dans l'inactivité, et les opérations métallurgiques étant suspendues lorsqu'on a eu l'occasion de les visiter, on croyait se

borner à faire connaître le gisement du minerai: cependant, comme le cuivre pyriteux qu'on en retire a une richesse que n'ont pas généralement les pyrites cuivreuses, on passera succinctement en revue les travaux et opérations métallurgiques en usage sur cette mine.

Le minerai s'étend au-dessous du gypse sur une longueur de 400 mètres, et sur une largeur de 200 mesurée perpendiculairement, en sorte que le cuivre pyriteux que l'on a trouvé jusqu'à ce jour, était compris dans un rectangle de 80,000 mètres de surface; les travaux que l'on a poussés hors de ce rectangle, ainsi que les recherches faites dans toutes les grauwackes qui se laissent apercevoir à la surface, sont restés sans succès. Les mines de Zamabor ont été abandonnées et réexploitées à plusieurs reprises. Lors de la première exploitation, ou du moins de celle à laquelle on assigne ce rang, les travaux ont été approfondis jusqu'à 40 mètres au-dessous de la vallée; et ce fut à cette époque que ces mines, malgré l'incertitude que laisse dans la direction des travaux la disposition du minerai, produisirent 500 quintaux de cuivre par an, ou 28,000 kilogrammes.

Ces mines abandonnées furent reprises, mais elles produisirent moins, parce que les nouveaux travaux n'atteignirent pas au but des anciens; enfin elles sont actuellement (1812) exploitées pour la troisième fois, et ne produisent que 140 à 150 quintaux, parce qu'on se tient au niveau de la vallée dans lequel on ne peut recueillir que ce que les anciens ont négligé. Ce travail n'est pas cependant le seul que

l'on y exécute ; on se propose de profiter du gypse pour atteindre dans la profondeur ; cette recherche est intacte , très-dure , et peut se passer de boisage durant plusieurs années : un puits déjà creusé , profond de 35 à 40 mètres , ayant été commencé trop près du minerai , eu égard à l'inclinaison du gypse , est venu déboucher dans les travaux anciens , et l'on se trouve dans la nécessité d'en percer un second.

Le cuivre pyriteux retiré des mines de Zamabor n'offre rien de particulier ; il se compose , ainsi que la plupart des minerais auxquels on donne ce nom , d'un mélange de fer sulfuré et de pyrite cuivreuse ; le mélange , indépendamment des différences de couleur qui le rendent sensible , est encore prouvé ici par les grandes variations dans la richesse reconnue par les essais. Cette richesse ou teneur p<sup>o</sup> varie de 27 à 6 , et même à 4 de cuivre métallique , au-dessous de 4 p<sup>o</sup> , le minerai est rebuté , sa teneur moyenne est de 12 p<sup>o</sup> . On a remarqué que la richesse ne varie que peu ou même point pour les essais tirés d'un même rognon ou filet. Le minerai se colore d'une teinte verdâtre d'autant plus foncée , qu'il est plus riche en cuivre.

Triage et  
essais.

La pyrite , au sortir de la mine , est séparée des grauwackes qui lui servent de gangue par un triage à main , et déposée en différens tas en raison de sa richesse ; celle-ci est connue pour les filets ou rognons les plus considérables , et la couleur suffit pour ranger les autres dans la classe à laquelle ils appartiennent ; les poussières , de toutes richesses , mêlées entre elles forment aussi une classe. Des échantillons nombreux , pris dans chacun des tas , servent à faire

trois essais , dont le résultat moyen donne la richesse du tas , et par suite ( le poids des tas étant connu ) la quantité de cuivre que chacun d'eux renferme , et conséquemment le total du cuivre gisant dans le magasin à l'état de minerai. Ce cuivre contenu est précompté au maître fondeur , après déduction toutefois d'un déchet de 5 p<sup>o</sup> qui lui est passé : il serait responsable d'un excès de perte , s'il s'en trouvait un sur le poids des rosettes qu'il doit en retirer ; ce cas n'arrive point , on trouve même le déchet de 5 p<sup>o</sup> un peu fort.

On applique à ce minerai la fonte crue , sans autre addition que celle des scories résultantes d'une fonte semblable faite précédemment. La fusion s'opère dans un fourneau à manche , haut ( jusqu'au bord supérieur de la poitrine ) de 1 mètre , largé de 1 mètre , et profond de 8 décimètres environ ; ce fourneau n'a point de bassin d'avant-foyer ; les matières fondues restent dans l'intérieur , sauf les scories qui s'écoulent continuellement au sortir d'un œil ménagé au bas de la poitrine sur l'un des côtés du fourneau , tandis que par un œil semblable on fait , quand il en est tems , couler sur le côté opposé , la matte restée jusqu'alors dans le bassin intérieur , et qui prend la forme des masses appelées *gueuses* près des hauts fourneaux. Les scories résultantes de cette fonte sont employées pour la fonte suivante : leur richesse par la *voie sèche* s'élève rarement au-dessus de  $\frac{1}{2}$  p<sup>o</sup> (1). La fonte ne peut être continuée dans

Fonte du  
minerai.

(1) Les richesses et consommations rapportées dans cette Notice ont été communiquées par M. le Contrôleur de l'établissement.

ce fourneau que durant 5 jours, après lesquels les durillons qui se forment dans son intérieur, boucheraient entièrement la tuyère; on arrête et on les détache; ils sont fondus avec le minerai cru, et leur teneur à l'essai est assez ordinairement de 17 p<sup>o</sup> de cuivre. Le peu de durée de la fonte tient évidemment aux trop grandes dimensions du fourneau; il est à Zamabor, aussi grand dès le commencement qu'il le devient ailleurs par le travail d'une quinzaine; et, lorsqu'on est obligé d'arrêter, sa grande dimension est ici sur la largeur au lieu d'être sur la longueur: aussi ce fourneau n'a-t-il jamais besoin d'être réparé.

Grillage  
des mattes.

La matte, toujours très-riche, est grillée sur une aire par tas de 26 quintaux, sous lesquels on place une hauteur de 3 décimètres de bois, recouverts de charbon, qui en occupe la base, large et longue de 40 à 45 décimètres; une cheminée en planches placée au centre sert à enflammer le bûcher. La matte reçoit 12 à 13 feux semblables, pour être ensuite fondue dans le fourneau à manche décrit avec les scories provenant d'une fonte en cuivre précédente. Cette fois, la fusion ne saurait se prolonger au-delà de trois jours et demi, à quatre jours au plus, à cause de l'abondance des durillons. On assure avoir essayé l'addition du quartz et avoir tenté le grillage du minerai sans en avoir retiré de résultats avantageux. Les scories de la fonte en cuivre, lesquels dit-on, ne donnent à l'essai aucune trace de métal, servent à fondre d'autres mattes, et le cuivre noir est coulé sous la même forme que la matte; sa teneur à l'essai est de 57 p<sup>o</sup>.

Fonte des  
mattes.

L'affinage du cuivre noir s'opère dans un fourneau à réverbère sans cheminée, à très-peu près circulaire de douze décimètres environ de rayon, et construit sur le plan de ceux décrits dans Schlutter. On ne peut y raffiner que 2000 à 2200 kilogrammes (36 à 40 quintaux); mais on parvient à y former une salle tellement solide, que l'on peut y faire trois affinages sans interruption, et sans laisser refroidir le fourneau. Le cuivre rosette est très-beau et donne un cuivre d'une excellente qualité. Les scories d'affinage, donnant jusqu'à 37 p<sup>o</sup> à l'essai, sont fondues séparément dans le fourneau à manche dont il a été parlé: elles produisent un cuivre noir impur, que l'on passe par petites portions avec le cuivre noir ordinaire.

Affinage  
du cuivre  
noir.

Le cuivre rosette est livré au maître marteleur, qui doit en retour livrer une égale quantité de cuivre ouvré, soit en planches, soit autrement, à la réserve cependant de 1 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> p<sup>o</sup> qu'on lui passe pour le déchet occasionné par le travail. Les rosettes sont fondues sur un petit bassin formé de brasque dure, puis coulées dans des moules sous la forme de lingots ou de plateaux, pour ensuite, par l'effet du martelage, être amenées à la forme de planches ou de chaudières.

Martinet.

Lorsque l'établissement de Zamabor produisait 500 quintaux de cuivre martelé, il occupait environ 340 ouvriers, et exigeait, non compris les bois d'étañonnage, 2380 toises de 4 mètres cubes et demi chaque; ces bois étaient des peupliers, fayards et ormes.

Consom-  
mations.

Ce combustible se répartissait ainsi qu'il suit :

Fonte crue du minerai tenant 12 p<sup>o</sup>, nécessaire à la production de 500 quintaux de cuivre, exigeait, y compris la brasque, 2620 *mass.* de 1, 84 mètres cubes chaque.

Grillage des mattes résultantes de cette fonte. . . Bois. . . . 170klaster de 4,5mèt. c. chaque,  
Charbon. . . 500<sup>mass.</sup> de 1,8mèt. c.

Fonte des mattes grillées. Même quantité que pour la fonte crue. Affinage du cuivre noir. . . . .

|                |                  |                                    |
|----------------|------------------|------------------------------------|
|                | Bois. . . . .    | 400klaster de 4,5mèt. c.           |
| Total. . . . . | Charbon. . . . . | 7240 <sup>mass.</sup> représentant |
|                | en bois. . . . . | 1810klaster.                       |
|                | Bois. . . . .    | 570klaster.                        |
|                |                  | 2380klaster.                       |

Il résulte de ces consommations, qu'un quintal, ou 56kilogrammes de cuivre roselette exige. . . . .

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| Bois. . . . . | 7,73mètres cubes. |
|               | Charbon. . . . .  |

Et qu'enfin un quintal de cuivre martelé exige. . . . .

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| Bois. . . . . | 7,73mètres cubes. |
|               | Charbon. . . . .  |

## RÉFUTATION DE L'HYPOTHÈSE

D'UN AUTEUR ANONYME

## SUR LA FORMATION DES VALLÉES,

Adressée à MM. les Rédacteurs de la Bibliothèque Britannique (1);

MM.

Après la manière victorieuse dont vous avez déjà réfuté dans ce journal (2) l'hypothèse sur la formation des vallées, d'un auteur anonyme, qui a publié dans l'*Edinburgh Review* l'extrait du grand ouvrage de M. Cuvier, il semblerait inutile de ne rien ajouter; cependant, comme c'est l'un des objets les plus importants en géologie, je crois qu'on ne peut y revenir trop souvent.

Permettez moi donc de présenter à vos lecteurs de nouveaux argumens contre cette hypothèse si extraordinaire pour une époque où la géologie a déjà fait tant de progrès. Je commencerai par transcrire les propres expressions de l'auteur, telles que vous les avez traduites aux pages 14 et suivantes du même numéro.

p. 14. « Tandis que la surface de la terre était

(1) Cet article et les deux suivans sont extraits de la *Bibliothèque Britannique*.

(2) *Bibl. Brit., Sciences et Arts.* Tom. LIX, p. 19-23, n<sup>o</sup>. 466. Mai 1815.

» couverte d'eau jusqu'à une grande profon-  
 » deur , aucun agent physique ne pouvait être  
 » supposé sillonner son fond , et y préparer rien  
 » de semblable aux vallées et aux lits qui con-  
 » duisent actuellement les eaux des rivières jus-  
 » qu'à la mer. Il n'existe point d'agent connu  
 » par lequel cette opération ou ce système d'o-  
 » pérations ait pu être effectué. »

p. 15. « Parmi la multitude des agens que la  
 » nature emploie dans ses opérations, il n'en  
 » existe qu'un ; l'eau elle-même, à qui l'on  
 » puisse attribuer légitimement ce travail. »

p. 16. « On doit considérer toute la charpente  
 » des montagnes comme l'ouvrage des eaux.  
 » — p. 19. Les rivières avaient à couper les  
 » roches elles-mêmes, et par-tout où la pierre a  
 » été assez dure pour conserver l'impression de  
 » ce travail, on voit qu'il a eu lieu. — p. 18. Ce  
 » sont ces opérations (savoir, de creuser pro-  
 » fondément un rocher de granit ou de silex)  
 » que les rivières avaient à exécuter, et ces  
 » courans n'obtiennent les matériaux qu'ils  
 » transportent, que de l'action par laquelle ils  
 » détruisent l'agrégation des matières dures qui  
 » s'opposent à leur passage. »

L'assertion de l'auteur, qu'il n'a existé aucun  
 agent sous les eaux de la mer, qui ait préparé  
 les vallées et les lits des rivières, est d'autant  
 plus extraordinaire, que depuis nombre d'an-  
 nées les ouvrages des plus célèbres géologues  
 avaient fait connaître cet agent d'une manière  
 précise, et en avait expliqué les opérations. Il  
 est impossible que l'auteur ne connaisse pas ces  
 ouvrages; et, s'il feint d'en ignorer l'existence,  
 c'est qu'il a espéré de les faire oublier, ou de

faire croire que les observations et les argumens  
 de leurs auteurs ne sont que des fictions. Com-  
 bien ceux qui sont animés de l'amour de la vé-  
 rité, doivent gémir de la voir si peu recherchée  
 et si peu connue ! ne doivent-ils pas être dégoû-  
 tés de se donner tant de peine pour la faire con-  
 naître !

Le grand ouvrage sur les Alpes de M. de Saus-  
 sure fourmille de preuves que toutes les vallées,  
 jusqu'à leurs plus petites ramifications, furent  
 formées par les bouleversemens des couches qui  
 couvraient la surface de notre globe ; que ces  
 bouleversemens se passaient sous les eaux de  
 la mer.

Les ouvrages géologiques de MM. de Luc  
 renferment des preuves semblables. Ils démon-  
 trent que les vallées et les bassins des lacs exis-  
 taient avant que nos continens fussent aban-  
 donnés par la mer ; que ces excavations furent  
 formées par les ruptures, les renversemens des  
 couches en tous sens et sous toutes sortes d'in-  
 clinaisons ; que ce désordre s'observe sur toute  
 la surface de nos continens. C'est ainsi que les  
 principaux canaux des torrens et des rivières  
 furent préparés avant la retraite de la mer. Ce  
 ne fut que dans les couches meubles, c'est-à-  
 dire, dans les amas de terre et de gravier, que  
 ces canaux ne furent pas d'abord bien détermi-  
 nés. Cependant les eaux de la mer, en se reti-  
 rant, durent déjà les tracer, et indiquer aux  
 rivières la route qu'elles devaient suivre.

A cet agent connu depuis long-tems, et que  
 toute personne qui s'occupe de géologie ne peut  
 ignorer, l'auteur de l'extrait publié dans l'*Edin-  
 burgh Review*, en substitue un autre qu'il vou-

draît, avec un ton affirmatif, nous faire croire unique, et qui cependant a été depuis long-tems réfuté; ce sont les courans d'eau douce qui n'ont pu commencer à opérer que depuis que la mer a quitté nos continens. Ce sont ces courans, suivant l'auteur, qui, en creusant les vallées, ont formé les montagnes; ils ont coupé pour cela les rochers les plus durs à des profondeurs de mille ou de deux mille toises.

L'argument le plus fort et le plus décisif contre ce prétendu agent, est tiré des lacs qui se trouvent à la sortie de la plupart des grandes vallées. Aucune partie des débris ou du limon que les rivières charient, ne peut être entraînée au-delà de ces bassins, où l'eau jouit d'un tranquillité parfaite; tout y est déposé. On peut donc mesurer facilement combien de sable ou de limon les rivières ont charié depuis que la mer s'est retirée de nos vallées et de nos plaines.

Ces dépôts forment, à l'entrée des lacs, des attérissemens horizontaux, qui se distinguent très-bien de l'ancien sol de la vallée; on peut donc comparer l'étendue de ces attérissemens avec celle de la vallée principale et de toutes les vallées latérales qui versent leurs eaux dans le courant principal. Il faut aussi comparer le peu de profondeur de ces nouveaux terrains avec la grande hauteur des montagnes qui bordent ces différentes vallées. Nous trouverons alors que la quantité de ces dépôts de la rivière, comparée à l'immense excavation de toutes ces vallées, est presque nulle; que, par exemple, l'excavation de toutes les vallées qui, par leurs eaux, contribuent à former le Rhône, est plusieurs milliers de fois plus grande que

les attérissemens de ce fleuve, qui n'ont encore comblé qu'une très-petite partie de l'extrémité supérieure du lac de Genève.

Si nous prenons le Rhin pour exemple, la différence serait encore plus grande; car ce fleuve, qui va s'épurer dans le lac de Constance, est formé par la réunion des eaux de quatre ou cinq principales vallées, et de celles d'un plus grand nombre de moindre étendue; néanmoins un bien petite partie de ce lac est comblée par les dépôts du fleuve. C'est là cependant que sont rassemblés tous les matériaux que le Rhin et ses nombreux rameaux ont enlevés; et qu'est-ce que cette quantité, comparée à l'immense excavation de toutes ces vallées, depuis le sommet des plus hautes montagnes jusqu'au niveau du lac!

Je citerai encore une rivière qui, conjointement avec le Rhône et le Rhin, rassemble toutes les eaux des montagnes et des vallées de la Suisse; je veux parler de l'Aar, qui, avant de se jeter dans le Rhin, est formé de la réunion de six autres rivières qui toutes sortent du lac, et ces lacs sont encore bien loin d'être comblés par les dépôts des torrens supérieurs. Voilà donc tous les courans d'eau d'un pays renommé par la multitude de ses montagnes, dont les dépôts, depuis que la mer l'a quitté, n'ont encore pu combler aucuns lacs; et les cavités qu'occupent ces lacs sont une portion bien minime de toutes celles qui forment les vallées.

Les lacs de la Suisse ne sont pas toujours au débouché des vallées, ils sont quelquefois avancés dans leur intérieur; et les montagnes se prolongent de part et d'autre bien au-delà

de l'extrémité inférieure du lac ; et , comme il est impossible que la rivière ait creusé la cavité du lac , de même aussi il est impossible qu'elle ait creusé le prolongement de la vallée , puisqu'elle ressort du lac avec des eaux limpides dont le courant régulier et peu rapide ne peut entraîner aucuns matériaux.

Il fallait donc que tous ces profonds et vastes canaux des eaux courantes existassent avant que les rivières de la Suisse commençassent à couler , c'est-à-dire , avant que la mer se fût retirée de nos vallées et de nos plaines. Voilà donc l'agent imaginé par l'auteur de l'extrait , ou l'action des rivières pour creuser les vallons , réduit au néant ; et nous sommes obligés de revenir à celui dont il nie l'existence avec tant d'assurance , et qui est cependant le seul auquel on puisse attribuer la formation des vallées et des montagnes , je veux parler des affaissemens et des renversemens des différentes masses de couches qui composaient la croûte de notre globe ; catastrophes qui se passaient toutes sous les eaux de la mer.

Si l'auteur avait étudié les ouvrages que j'ai cités plus haut (ce que tout homme qui veut acquérir des idées saines en géologie doit faire) , il aurait vu que les rivières , bien loin de creuser les vallées , tendent à les niveler et à élever leur fond. Il aurait vu que le peu d'étendue des attérissemens des rivières à leur embouchure dans les lacs et dans la mer , sont du nombre des chronomètres qui servent à prouver qu'il n'y a pas plus de quarante siècles que les rivières ont commencé à couler ; conclusion bien différente de celle que l'auteur paraît vouloir

tirer de son hypothèse , dans laquelle il suppose que le système entier des vallées actuellement existantes à la surface du globe , a dû être formé par l'action des eaux courantes ; car , pour produire un tel effet , le passé , quelque riche qu'il soit en tems , ne pourrait pas fournir un assez grand nombre de milliers de siècles.

Je présenterai encore quelques considérations qui acheveront d'anéantir l'hypothèse que j'examine.

Si les torrens avaient pu creuser les vallées , celles-ci seraient des canaux réguliers , parfaitement semblables entre eux , avec une pente uniforme , et s'élargissant graduellement. On verrait de chaque côté de ces canaux les sections des couches horizontales qui se correspondraient. Au lieu de cela , rien n'est plus irrégulier que les vallées ; tantôt elles forment d'étroits défilés , ou des étranglemens qui à peine laissent un passage pour le torrent , tantôt elles s'élargissent plus ou moins , ou forment des bassins presque circulaires ; elles changent aussi plusieurs fois de direction. Elles n'offrent point une pente uniforme au torrent ; tantôt il est forcé de se précipiter jusqu'au pied d'un rocher vertical , ou de former plusieurs cascades , tantôt de prendre un cours horizontal , ou de remplir une cavité pour y former un lac. On le voit quelquefois enfoncé dans une profonde crevasse , puis tout-à-coup se répandre dans un grand espace.

Les côtés des vallées varient aussi d'inclinaison ; ce sont ou des rochers à pic ou des pentes plus ou moins accessibles. Des arêtes de rochers descendent comme des promontoires pour

rétrécir la vallée ; ailleurs les rochers s'écartent pour former des espèces de golfes.

Si l'on examine la position des couches des rochers, on les voit quelquefois horizontales, le plus souvent inclinées sous différens angles ou même verticales. Leur plan est ici parallèle à la vallée, là, perpendiculaire à sa direction ; les unes s'enfoncent dans la vallée, les autres se relèvent contre elle : très-souvent les couches opposées n'ont aucune correspondance, ni de position, ni de nature.

L'ensemble de toutes ces circonstances ne prouve-t-il pas que les torrens n'ont eu aucune part à la formation des vallées, qu'ils les ont trouvées telles que nous les voyons ?

Quand on voit les masses gigantesques des Alpes, les vastes et profondes excavations qui les séparent, et qu'on les compare avec les torrens qui en découlent, on ne conçoit pas comment on a pu imaginer que de tels agens ont creusé les vallées. J'invite les partisans de cette hypothèse à venir se placer sur une des sommités des Alpes. Après avoir admiré la hauteur des montagnes qui composent cette superbe chaîne, la variété de leurs formes et de leurs pentes, l'immensité de leurs masses ; qu'ils baissent la tête et plongent leurs regards jusqu'au fond des vallées, où à peine pourraient-ils discerner les torrens qui y coulent ; ils sentiront alors combien des agens aussi minimes sont insuffisans pour produire de si prodigieuses excavations ; ils sentiront que c'est faire combattre des pygmées contre des géans.

Je terminerai cet examen par un argument qui me paraît péremptoire. Si les vallées ont été creusées

creusées par les torrens, elles n'existaient pas avant que ceux-ci commençassent à couler ; il n'y avait pas non plus de montagnes, puisque ce sont les vallées qui font les montagnes. Cette partie de notre globe, qui est occupée par la chaîne des Alpes, était donc alors une surface unie, sans inégalités, c'était un renflement composé de couches minérales dures, se recouvrant les unes les autres, nécessairement horizontales, ou descendant insensiblement de deux côtés opposés sous un angle de quatre degrés tout au plus (1).

Supposons maintenant qu'il pleuve sur cette surface, que deviendra l'eau de cette pluie ? Pourra-t-elle se réunir en torrent ? Non, puisqu'il n'y a ni vallée ni canaux où elle puisse se rassembler. Elle se versera par nappes ou par grandes lames minces qui n'auront aucune force pour creuser, sur-tout des rochers qui ne présentent que des surfaces unies et presque horizontales. Jamais les ruisseaux que cette eau pourraient former, n'auraient eu nulle part plus de quatre degrés de pente, car les eaux courantes, bien loin d'augmenter l'angle d'inclinaison du terrain sur lequel elles coulent, tendent, au contraire, à le diminuer. Elles ne peuvent pas creuser une portion supérieure de leur lit à un niveau plus bas que leur écoule-

(1) La hauteur moyenne des plus hautes sommités centrales des Alpes est de 2000 toises. Si nous tirons une ligne depuis ces sommités jusque sur les bords du lac de Genève où se termine l'abaissement graduel des Alpes, la longueur de cette ligne sera d'environ 30,000 toises, et l'angle qu'elle fera avec l'horizon sera de quatre degrés.

ment inférieur. Il n'y aurait eu pas conséquent ni ces torrens se précipitant des rochers en rochers, ni ces belles cascades descendant tout-à-coup d'une hauteur verticale de six à huit cents pieds. Les superbes aiguilles de Chamonny, placées au centre même des Alpes, coupées à pic transversalement et parallèlement à la direction de la chaîne, n'auraient jamais existé. Elles dominent d'environ mille toises les sources des torrens qui prennent naissance à leur base. Ainsi, ce ne sont pas eux qui ont taillé ces immenses pyramides; ils n'existerent jamais à cette hauteur. On peut appliquer le même raisonnement à toutes les montagnes, et sur-tout à celles qui sont entourées de toutes parts de pentes rapides. Les torrens commencent et ne peuvent commencer qu'à leur pied; ils sont formés par la réunion des ruisseaux qui se rassemblent dans les ravins. Pour que les torrens puissent se réunir en rivières, il faut qu'ils trouvent plus bas de grandes et profondes vallées. Nous arrivons ainsi nécessairement à la conclusion évidente que les montagnes, et les vides qui les séparent, ont existé avant que les eaux courantes commençassent à couler, c'est-à-dire, avant que la mer se fût retirée de dessus nos continents.

Il me reste à examiner une autre opinion du même auteur, qu'il exprime ainsi : « Les rivières n'obtiennent les matériaux qu'elles transportent, que de l'action par laquelle elles détruisent l'agrégation des matières dures (les rochers) qui s'opposent à leur passage. »

Il oublie les immenses accumulations de gra-

vier, de sable et de terre, qui forment le sol de tant de pays à différentes profondeurs, tant sur les collines que dans les plaines. Voilà à peu près les seuls matériaux que les rivières transportent; elles les trouvent sur leur chemin, soit dans leur lit, soit sur leurs bords, qu'elles attaquent lorsqu'elles sont gonflées par les pluies. Ces matériaux désunis forment, en plusieurs endroits, des falaises ou des escarpemens qui s'éboulent dans le lit de la rivière; celle-ci les entraîne plus loin, et va les déposer dans des endroits où ses eaux peuvent s'étendre et perdre ainsi une partie de leur rapidité.

Dans la grande vallée de Genève, on trouve des cailloux roulés non-seulement sur les bords du lac et des rivières, mais aussi sur toutes les collines et sur le penchant des montagnes, jusqu'à la hauteur de plus de mille pieds au-dessus du niveau du lac. Ces cailloux ne sont pas seulement à la surface du terrain, mais ils composent le sol, jusqu'à une certaine profondeur, qui a plus de deux cent cinquante pieds en quelques endroits (1); ces cailloux sont le plus souvent mêlés de terre et de sable. Dira-t-on que ce sont les rivières qui ont déposé cette immense quantité de matériaux, et qui les ont portés jusqu'à la hauteur où ils se trouvent, dans des lieux où il n'y a jamais eu ni torrens ni ruisseaux. L'absurdité d'une telle supposition saute aux yeux; on sent bientôt qu'il a fallu un agent bien plus puissant, plus universel; qu'il fallait des eaux fort élevées, étendues

(1) *Voyages dans les Alpes.* §. 55.

par-tout, et sujettes à des agitations d'une très-grande violence ; que ces eaux ne pouvaient être que celles de l'ancien océan. A leur retraite, elles laissèrent ces cailloux roulés mêlés de boue et de sable ; et c'est dans ces matériaux que les rivières creusèrent leur lit déjà tracé par les eaux de l'océan au moment de leur retraite. Tels sont les matériaux que les eaux courantes transportent, parce qu'elles les trouvent tout préparés.

De même dans l'intérieur des montagnes, elles trouvent les débris qui tombent des faces escarpées et qui forment des talus, qu'elles attaquent par la base ; car, si elles n'avaient d'autres matériaux que ceux qu'elles pourraient détacher des rochers solides, elles n'en transporteraient aucuns, puisque nous observons que, lorsque les torrens passent sur des roches, ils les polissent ou les rongent un peu, mais sans les creuser, ou les briser. Il fallait que les couches des montagnes fussent dans l'état de ruines et de déchiremens où nous les voyons pour que les torrens pussent trouver des mêmes débris à entraîner ; et encore ces débris n'arrivent jamais dans les plaines ; ils restent dans les endroits où les vallées s'élargissent, et où le torrent, en perdant sa rapidité, les dépose ; ce qui contribue à élever le fond des vallées et à les niveler.

J'ai l'honneur d'être, etc.

J. ANDRÉ DE LUC, le jeune.

## SUR LES ROCHES CONGLOMÉRÉES, OU BRÉCHI-FORMES ;

Par le Professeur JAMESON.

(Mémoires de la Société Wernérienne). (Traduction).

TOUTES les roches comprises sous la dénomination de roches conglomérées, sont considérées par les minéralogistes comme autant de dépôts *mécaniques*, et comme composées de fragmens de nature différente, plus ou moins intimement unis par un ciment, ou une base. L'objet de ce Mémoire est d'indiquer les rapports minéralogiques de ces roches, et de montrer que quelques-unes de leurs variétés appartiennent aux dépôts *chimiques* et non aux *mécaniques*.

### SECTION I.

*Rapports minéralogiques, ou lithologiques, des roches conglomérées en façon de brèches.*

On trouve des roches conglomérées dans les régions primitives, et dans celles de transition et de floëtz.

#### I. *Roches primitives conglomérées.*

On rencontre des roches primitives conglomérées en bancs ou couches d'une étendue considérable dans le gneiss, le schiste micacé, le granit, le porphyre, et la roche calcaire.

1. *Gneiss congloméré.* Cette roche est composée d'un mélange de fragmens, les uns anguleux, les autres arrondis, ou de portions de gneiss, de hornblende, de feldspath et de quartz réunis par un ciment de gneiss. Quelquefois la couche entière porte le caractère

d'une agglomération; d'autres fois on ne l'y trouve que partiellement, et le reste, qui forme souvent la portion la plus considérable, est du gneiss pur. On trouve cette roche près du château de Braemar, dans le comté d'Aberdeen; à Valorsine et au St.-Bernard en Suisse, comme aussi dans les montagnes de Norwège, d'après la description suivante de M. de Buch. « Ici, dit-il, l'intérieur de la roche n'est pas moins remarquable. D'abord, le quartz continue, à partir de Formo; ensuite, il ressemble souvent au porphyre, car on voit dans la masse de quartz gris, des cristaux de quartz brun; et presque par-tout la roche est entrecoupée de crevasses tapissées de cristaux en façon de druses. Enfin, à environ un demi-mille d'Allemagne de Formo, le gneiss se montre aussi dans la vallée, et les bancs de quartz disparaissent. Alors le gneiss prend tout-à-coup une grande épaisseur. C'est d'abord après, que le Rostemberg paraît, ainsi que le ravin vers Lessoë, et dans ces défilés il devient très-remarquable. Il est généralement fort abondant en mica, qui n'y est pas en petites écailles, mais en grandes lames, et on y trouve des couches de quartz pur en abondance; et presque par-tout, des masses considérables de gneiss, dans lequel le feldspath prédomine; le mica ne s'y montre qu'en feuilles séparées, et on y voit peu de quartz. Le mica, dans ces morceaux, forme plus de bandes droites et parallèles que le schiste, tandis qu'ailleurs le gneiss se rapproche davantage de la structure schisteuse. Ces pièces sont toutes anguleuses, et la plupart affecte la forme quadrangulaire. On en voit d'un

pied et davantage, de diamètre, souvent entassées, mais de telle manière, qu'on distingue toujours le ciment de gneiss qui les réunit. Les stries des diverses pièces qui paraissent à côté les unes des autres sont souvent parallèles; mais fréquemment aussi elles prennent d'autres directions, tout-à-fait différentes de celle qui est commune aux feuilletés du gneiss qui forme la base de cette roche étonnante. Les fragmens disséminés dans cette pâte sont très-petits pour qu'on puisse les croire conglomérés. La base est trop distincte et trop décidément caractérisée comme gneiss. Mais il faut avouer que cette apparence est assez ressemblante à la manière dont le poudingue de Valorsine et du bas Vallais se trouve dans le gneiss, d'après De Saussure. C'est un gneiss plus ancien, qui a été détruit à l'époque de la formation d'un plus nouveau (1). »

2. *Schiste micacé congloméré.* La seconde espèce de roche primitive conglomérée est celle qui se présente dans le schiste micacé. Elle est composée de fragmens de quartz, et quelquefois de schiste micacé, de diverses formes, logés dans une pâte également micacée. On la trouve dans le Perthshire entre Dunkeld et Mullencarn; j'ai vu, il y a quelques années, une variété de cette roche dans l'île de Fetlar, l'une de celles dites de Shetland; et j'en ai fait mention dans mes voyages minéralogiques.

3. *Granit congloméré.* On rencontre sur-tout cette roche dans les granits de la plus nouvelle

(1) *Voyages en Norwège et en Laponie*, par de Buch, Trad. de Blaké, p. 94 et 95. — Voyez le *Journal des Mines*, tom. 36, p. 404 et suiv.

formation. Elle est composée de fragmens ou portions de granit, de gneiss, de schiste micacé, de quartz et de feldspath; le tout logé dans une base de granit. Celui-ci repose sur l'ardoise argileuse, ou sur d'autres roches primitives plus anciennes. On la trouve en Saxe, et dans d'autres contrées sur le continent; on voit aussi sur la chaîne des monts Grampiens un granit congloméré, quoique probablement d'une formation différente de celle du granit de Saxe.

4. *Roche conglomérée associée au porphyre.* Cette roche est composée de portions ou de fragmens de granit, de gneiss, de schiste micacé, de schiste argileux, etc., dans une base de cette dernière substance. Elle est située au-dessous de ce qu'on appelle porphyre primitif superposé (*overlying*); elle est au-dessus du schiste argileux et des autres roches primitives; on la trouve en Saxe et dans d'autres contrées d'Allemagne, comme aussi dans la haute-Egypte.

5. *Roche calcaire conglomérée.* Ici se place la belle roche connue des minéralogistes sous la dénomination de *vert antique*. C'est un mélange de pierre calcaire et de serpentine, agrégées confusément, et mêlées de manière à présenter l'aspect d'une roche conglomérée.

Telles sont les principales roches conglomérées primitives que j'ai eu l'occasion d'examiner.

## II. *Roches de transition, conglomérées.*

Ces roches forment trois espèces; le grey-wacke, le grès, et la roche calcaire.

1. *Grey-wacke.* Cette roche conglomérée est composée de morceau de schiste argileux, de grey-wacke, de schiste scintillant, de feldspath, et de quartz, liés dans une masse composée des mêmes ingrédients, ou quelquefois de schiste argileux. Les fragmens apparens varient en grosseur, depuis le volume d'un pois, jusqu'à excéder beaucoup la grosseur d'une tête humaine. Elle est stratifiée d'une manière distincte, et elle alterne avec le schiste argileux, la pierre calcaire, et les autres roches. On la trouve en abondance dans la contrée alpine au Nord et au Sud du Frith de Forth, non loin d'Edimbourg.

2. *Grès.* Cette pierre conglomérée est composée de grains de quartz, qui dépassent rarement le volume d'un pois, et qui sont adhérens sans ciment, précisément comme les concrétions quarzeuses dans le schiste micacé, et les roches quarzeuses.

3. *Pierre calcaire.* Les roches calcaires conglomérées ne sont pas rares dans les contrées de transition. Elles paraissent, au premier aspect, composées de fragmens de pierre calcaire renfermés dans une pâte de même nature. Quelquefois on trouve des fragmens de pierre à chaux compacte, logés dans une pâte calcaire granuleuse; d'autres fois c'est cette dernière qui se trouve comprise dans le calcaire compacte.

## III. *Roches de Floëtz conglomérées.*

Les roches conglomérées de la classe des floëtz sont: le grès congloméré, le grès simple, et le trap-tuff.

1. *Grès congloméré*. Cette roche est composée de fragmens de granit, soit arrondis, soit anguleux, de gneiss, de schiste micacé, de schiste argileux, de porphyre, de grey-wacke, de feldspath, de jaspe, de quartz, etc.; de volumes divers, depuis la grosseur d'un pois jusqu'à celle de la tête, et plus encore. Ces fragmens sont joints par une base composée, ou d'argile en grenailles (*ironshot clay*) de quartz, ou de petits fragmens de même nature que les gros.

On trouve ordinairement cette roche sur celles de transition, quelquefois aussi sur les primitives. Elle est très-commune en Ecosse.

2. *Grès*. Cette conglomération est principalement composée de quartz en grains ou arrondis, ou anguleux, ou cristallisés plus ou moins régulièrement. Rarement le quartz y est pur; il est plus ordinairement entremêlé de lamelles de mica, de feldspath en grains ou en cristaux, et de fragmens apparens de diverse nature. Ces ingrediens sont liés tantôt par un ciment argileux, ou calcaire, ou quarzeux; tantôt par simple juxtaposition, comme dans la structure du granit. C'est une roche très-commune; on la trouve en couches, et en filons, avec la pierre calcaire, le gypse, le schiste argileux, la houille, et d'autres substances minérales.

3. *Trap-tuff*. Cette agglomération est formée de masses de basalte, d'amygdaloïde, de greenstone, de wacke, de feldspath, de clinkstone, de trap-tuff, de pierre calcaire, de grès, de houille brune, etc., le tout logé dans une pâte de trap, et quelquefois, de basalte, ou de

wacke. Elle est associée aux roches de floëtz-trap, et on la trouve en abondance dans la région moyenne de l'Ecosse.

Après avoir ainsi distingué et classé toutes les roches conglomérées qui se rapprochent plus ou moins de la nature des brèches, l'auteur expose, dans la section suivante, ses idées sur le mode de formation de ces roches. Nous les donnerons dans le prochain numéro.

## L E T T R E

De M. LEHOT à M. PICTET, *Professeur de philosophie, et Membre de la Société Royale de Londres* (1).

M.

M. Romieux, en décrivant la cristallisation du camphre dans l'esprit-de vin, observe que

(1) M. Bénédicte Prevost lut en 1797, à la Société des Arts et des Sciences de Montauban, et communiqua ensuite à celle de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, deux Mémoires sur les phénomènes que présentent les corps odorans, et le camphre en particulier. L'auteur les explique très-naturellement par la réaction que produit l'émanation odorante, contre l'air tranquille ambiant. Il combat l'hypothèse de M. Romieux, qui attribuait à l'électricité le mouvement qu'acquièrent les particules du camphre qu'on met flotter sur l'eau: et il généralise le phénomène en lui ralliant les mouvemens qu'acquiert un disque de métal flottant sur l'eau, lorsqu'on réchauffe partiellement un de ses bords; ces mouvemens ne sont autre chose, selon M. Prevost, que l'effet de la réaction de la vapeur produite par le réchauffement local, frappant l'air tranquille; effet analogue à celui qui produit l'ascension des fusées volantes (*Note des Rédacteurs de la Bibl. Brit.*)

de petits fragmens de cette singulière substance, mis sur l'eau, y prennent un mouvement très-vif. Ayant cru remarquer de plus, que l'immersion d'un fil de fer dans l'eau détruisait cet effet, tandis que celle d'un morceau de soufre ou de verre ne le détruisait pas; il soupçonne que l'électricité jouait un rôle dans ce phénomène.

L'influence de l'électricité sur le camphre se manifeste au reste d'une manière très-évidente dans l'expérience suivante. Si l'on place sur le conducteur principal d'une machine électrique un morceau de cette substance, qu'on l'allume et qu'on le laisse brûler pendant quelque tems, qu'on l'éteigne et qu'on mette la machine en action, la surface du camphre se couvrira de petits filets saillans, qui se dissiperont dans l'air, si la machine continue à aller, mais qui resteront quelque tems si on l'arrête.

Le 26 février dernier, en parcourant les bords du ruisseau qui coule au pied du Puy de Crouel (1), je jetai sur sa surface, dans un endroit où elle était à peu près stagnante, quelques fragmens de camphre. Ils prirent un mouvement très-vif, et l'ombre portée de chacun de ces fragmens, sur le sable fin et micacé qui formait le fond du ruisseau, m'offrit, outre le point noir qui correspondait au fragment, une ombre légère, qui suivait la particule de camphre, et lui formait une espèce de queue contournée en un arc, qui faisait partie du cercle que cette particule décrivait. Cette ombre, que j'ai constamment observée dans toutes les ex-

(1) Monticule près de Clermont-Ferrand.

périences semblables que j'ai faites, est manifestement le résultat d'une émanation du camphre, qui détermine par son action sur le fluide ambiant, les mouvemens qui ont été décrits ci-dessus.

Cette émanation se manifeste encore mieux par l'expérience suivante, que j'ai faite le 20 mars sur les eaux du lac d'Aidat. Je réunis par le milieu, à l'aide d'un nœud commun, trois bouts de fil d'argent extrêmement fin, et je les disposai à peu près comme les rayons d'une roue; ensuite, je plaçai à l'extrémité de chacun d'eux, une petite boule de cire blanche d'environ cinq millimètres de diamètre, et j'incrustai dans les faces semblablement disposées, relativement au rayon correspondant de chacune de ces boules, un fragment de camphre. Ce système de corps, placé horizontalement sur les eaux du lac, prit un mouvement de rotation dans le sens opposé aux morceaux de camphre.

Dans ces expériences, les fragmens de camphre se vaporisent, puisqu'ils disparaissent entièrement au bout de très-peu de tems: mais on se tromperait fort, si l'on croyait que cette vaporisation n'est que celle naturelle à cette substance, dont l'existence serait seulement rendue sensible par la présence de l'eau: car un morceau de camphre en forme de prisme triangulaire, maintenu verticalement, de manière qu'il plongeait en partie dans l'eau d'un bassin, m'offrit, au bout de très-peu de tems, un sillon horizontal, profond de plus d'un millimètre, qui correspondait à la surface de l'eau. Il paraît donc que le camphre trouve, à la surface de ce liquide, un fluide subtil, qui communique à

ses molécules un pouvoir répulsif. Quelques expériences semblent annoncer que ce fluide contribue à la formation des atmosphères électriques, et a beaucoup d'analogie avec la matière, que M. de Luc appelle matière électrique. D'après cette observation, il est peut-être convenable de le désigner provisoirement sous ce nom : conservant la dénomination de fluide électrique à celui qui se manifeste dans les expériences ordinaires, et qui paraît être doué d'un beaucoup plus grand degré d'expansibilité. Au reste, quelle que soit l'opinion qu'on ait sur l'existence et la nature de ce fluide, les faits suivans n'en sont pas moins curieux.

D'après un grand nombre d'expériences que j'ai faites cette année, il résulte :

1°. Que les eaux capables d'imprimer aux fragmens de camphre des mouvemens de rotation, sont aussi susceptibles de faire étendre des gouttes d'encre, d'huile ou de suif fondu, et de communiquer aux grains de poivre, dont on dépose une pincée sur leurs surfaces, un pouvoir répulsif, qui les force à s'écarter les uns des autres.

2°. Que des gouttes d'huile ou de suif fondu, déposées sur des eaux qui ne jouissent pas de la faculté d'agiter les fragmens de camphre, ne s'étendent pas, et prennent la forme de lentilles aplaties ; qu'une goutte d'encre tombe au fond de l'eau, et qu'une pincée de poivre ou de toute autre poussière, reste sur la surface sans se disperser.

Si, après avoir frotté avec une étoffe quelconque un vase d'étain d'environ dix centimètres de diamètre, on verse de l'eau dans ce

vase, ensuite, qu'on dépose sur la surface quelques fragmens de camphre, ils prendront divers mouvemens. Si l'on plonge alors un doigt dans cette eau, les matières huileuses qui l'environnent se répandront sur la surface, et absorberont le fluide subtil qui y réside, et les fragmens de camphre seront subitement réduits au repos : si on dépose alors une goutte d'huile sur cette eau, elle ne prendra aucune extension, et une goutte d'encre mise dans les mêmes circonstances tombera au fond du vase.

Du mercure bien purifié, et dont la surface paraît parfaitement claire, n'est pas toujours susceptible de faire étendre une goutte d'encre : mais, par certaines circonstances, qu'il n'est pas facile de reproduire à volonté, et cependant qui se présentent assez souvent, il acquiert cette propriété. Alors une goutte d'encre qu'on dépose sur sa surface s'étend et la couvre tout entière avec la rapidité d'un éclair. On obtient un résultat semblable avec une goutte d'huile.

Des morceaux de camphre de cinq à six millimètres de diamètre, ne se meuvent pas facilement sur les eaux capables d'agiter de petits fragmens ; mais, si on les allume, ils décrivent alors diverses courbes avec une grande vitesse. J'ai observé aussi, que des gouttes de soufre enflammé, qui tombaient sur une eau capable de faire éteindre une goutte d'huile, prenaient des mouvemens assez rapides, lesquels résultaient d'une émanation qui s'échappait d'un des points de leurs circonférences, et qui, restant sur la surface de l'eau démontrait la cause de leurs mouvemens.

D'après les faits que je viens de faire con-

naître, je soupçonnai que des morceaux de moelle de sureau imbibés d'esprit-de-vin, prendraient aussi des mouvemens de rotation, lorsqu'ils seraient déposés sur des eaux capables d'en communiquer aux fragmens de camphre, et c'est ce que l'expérience a parfaitement confirmé. Enfin, ayant fixé aux extrémités d'un fil métallique de cinq centimètres de longueur, deux demi-sphères creuses, formées avec de la cire blanche, et disposées de manière que leurs surfaces convexes étaient opposées, et ayant encastré dans chacune une boule de moelle de sureau imbibée d'alcool, ce système de corps placé sur la surface d'une eau douée de la faculté d'agiter les particules de camphre, prit un mouvement de rotation dont la direction était opposée aux faces découvertes des boules de sureau.

Ainsi, les circonstances qui déterminent le mouvement ou la stabilité des fragmens de camphre, des gouttes de soufre enflammé, ou des morceaux de moelle de sureau imbibés d'alcool, déposés sur la surface de l'eau, sont les mêmes que celles qui donnent lieu au développement en une lame très-mince, ou à la précipitation au fond du vase, d'une goutte d'encre, déposée sur la surface du même liquide.

Je désire, Monsieur, que ces observations vous paraissent assez intéressantes pour mériter d'être insérées dans votre savant Recueil.

J'ai l'honneur d'être, etc.

ЛЕНОТ.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N<sup>o</sup>. 224. AOUT 1815.

---

### AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines, et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte MOLÉ, Pair de France, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

---

### EXTRAIT

*D'un Mémoire de Sir HUMPHRY DAVY, sur les couleurs que les anciens employaient en peinture.*

M. CHAPTAL a publié, en 1809 (*Voy. Annal. de Chimie*, tom. 70), une Notice sur quelques couleurs trouvées à Pompéïa, dans une boutique appartenant aux ruines de cette ville. De ces couleurs, au nombre de sept, quatre étaient

Volume 38, n<sup>o</sup>. 224.

F

naturelles, et les autres composées. Les premières consistaient en oxydes de fer, terre verte de Vérone, et pierre-ponce. Parmi les autres étaient deux couleurs bleues, que notre célèbre chimiste a jugé être des frites composées d'oxyde de cuivre, de chaux et d'alumine, et une couleur d'une belle teinte rose, qu'il regarde comme analogue à la laque qu'on obtient en portant sur l'alumine le principe colorant de la garance.

M. Davy, se trouvant dernièrement en Italie, a travaillé sur le même sujet, et les résultats qu'il a obtenus ont confirmé pleinement ce qui avait été dit par M. Chaptal.

Il a opéré non-seulement sur les couleurs des peintures à fresque de quelques monumens de Rome, mais aussi sur des échantillons plus considérables contenus dans des pots, et conservés dans un caveau dépendant des bains de Titus, où l'on a pénétré, pour la première fois, il y a deux ou trois ans.

Parmi ces échantillons, il y en avait trois de couleurs rouges, dont deux se sont trouvés être des oxydes de fer ou ocre de différentes teintes, et un troisième du minium (oxyde rouge de plomb). En examinant les fresques des bains de Titus, le célèbre chimiste anglais a remarqué que ces couleurs y ont été employées, savoir, les ocre particulièrement à ombrer les figures, et le minium dans les ornemens des bordures. Il a vu dans certaines fresques un autre rouge qui était du cinabre.

Vitruve fait mention de l'orpiment comme employé de son tems par les peintres; mais M. Davy n'en a pas reconnu de traces dans

les fresques des anciens qu'il a eu occasion d'examiner. Tous les jaunes étaient des ocre diversement mélangés, soit avec de la craie, soit avec du minium. En un seul endroit, il a vu du massicot.

Différentes nuances de bleu se remarquent dans les bains de Titus. Leur teinte plus ou moins foncée dépend de la quantité de carbonate de chaux dont la couleur est mêlée. Après avoir dissous ce carbonate par les acides, on obtient une poudre rude au toucher, d'un aussi beau bleu que le sialte ou même l'outremer. Cette poudre ne subit point d'altération, étant chauffée au rouge; mais, si on la chauffe jusqu'au blanc, elle s'agglutine et fait voir une demi-vitrification.

Sir Humphry a reconnu que cette poudre bleue contenait plus des  $\frac{2}{3}$  de son poids de silice, et que le surplus était de l'oxyde de cuivre, uni à beaucoup d'alumine et à un peu de chaux et de soude. Il conclut, ainsi que l'avait fait M. Chaptal, que cette couleur bleue est une véritable frite, et que la substance colorante est le cuivre. Ce n'est pas que les anciens n'aient connu aussi le cobalt; on en a la certitude qu'ils en faisaient usage pour colorer le verre: du moins c'est à ce métal qu'est dû la couleur bleue du verre transparent qui se trouve fréquemment dans les ruines de la Grèce et de l'Italie. Mais il ne paraît pas jusqu'ici qu'ils l'employassent en peinture.

Les couleurs vertes des bains de Titus sont, ou de la terre de Vérone, ou des combinaisons de cuivre. Vitruve parle du vert-de-gris comme d'usage en peinture; et, si l'on ne

remarque pas cette substance dans les fresques anciennes, c'est probablement que l'acétite de cuivre est passé à l'état de carbonate.

Les bruns sont des oxydes de fer, purs, ou mélangés d'oxyde de manganèse.

Quant aux noirs, ils ne consistent absolument qu'en matières charbonneuses; et les blancs sont tous de craie, quoiqu'on sache d'ailleurs que les anciens ont fait un fréquent usage de la céruse.

Il nous reste à parler de la peinture couleur de rose, que M. Chaptal a regardée comme une laque provenant de la garance.

On a trouvé un échantillon de cette même substance (en pots) aux bains de Titus comme à Pompeïa. Sir Humphry ne doute pas que ce ne soit une laque comme M. Chaptal l'avait annoncé; mais il croit impossible de déterminer si elle doit être regardée comme d'origine végétale ou animale; il ne serait pas éloigné de penser que ce pourrait bien être la pourpre des anciens. La circonstance, qu'étant mise sur les charbons ardents, elle ne développe pas l'odeur propre aux substances animales, ne lui paraît pas décisive, parce que cette odeur appartient probablement à l'albumine ou à la gélatine qui se décomposent beaucoup plus vite que la partie colorante.

Sir Humphry termine son Mémoire par quelques réflexions sur les substances que les anciens employaient pour la peinture. Il estime que ce sont à peu près les mêmes que celles dont les peintres italiens faisaient encore usage à l'époque de la renaissance des arts.

Mais nous devons à la chimie moderne,

ajoute-t-il, quelques matières et préparations qui ont manqué aux uns et aux autres.

Pour le blanc, le sulfate de baryte.

Pour le jaune, celui qu'on nomme en Angleterre *patent-yellow*, qui est beaucoup plus durable qu'aucun autre jaune aussi brillant; et encore le chromate de plomb.

Pour le vert, l'arséniat de potasse, connu sous le nom de *vert de scheele*; enfin, les combinaisons muriatiques de cuivre insolubles.

L'auteur observe que dans les fresques certaines parties sont entièrement effacées, tandis que d'autres se sont conservées plus ou moins parfaitement. Les premières avaient été peintes probablement avec des substances végétales ou animales, tandis que les autres l'avaient été avec des substances minérales; il souhaite, pour l'intérêt de l'art, que les peintres de nos jours n'emploient plus que des frites ou des combinaisons métalliques inaltérables.

Il pense même que la chimie trouverait facilement dans les combinaisons transparentes des différentes terres avec l'eau, ou dans d'autres préparations, des vernis inaltérables propres à remplacer avec beaucoup d'avantage ceux que l'on a coutume d'employer. Il indique, en passant, l'hydrate artificiel d'alumine, et la solution par l'alcool de l'acide boracique ou du soufre, etc.

Il résulte du travail de M. Davy, que les modernes n'ont que deux couleurs à envier aux anciens. L'une est la célèbre pourpre provenant de coquillages de mer; l'autre est cette

frite cuivreuse dont l'excellence est prouvée par une expérience de 17 siècles.

La composition de la pourpre ne nous est connue que très-imparfaitement.

Mais le bleu des anciens a été retrouvé par Sir Humphry Davy, qui est parvenu à le reproduire.

Il a reconnu qu'un mélange de 15 parties de carbonate de soude, 20 de silex opaque pulvérisé, et 3 de limaille de cuivre, étant fortement chauffé pendant deux heures, donnait une substance, fusible au même degré à peu près que la frite bleue des anciens, et qui, étant réduite en poudre, était de même d'un beau bleu céleste foncé.

Il fait remarquer encore que cette préparation est fondée sur les meilleurs principes, puisqu'elle consiste à incorporer la matière colorante avec une substance vitreuse, de manière à empêcher que ce qu'il y a d'élastique ne se dissipe, et que ce qui pourrait être altéré et décomposé par les élémens soit à l'abri de leur action : c'est ce que la nature a fait dans le *lapis lazuli*, en incorporant le bleu d'outremer avec une substance pierreuse.

SUR

## LES ROCHES CONGLOMÉRÉES, OU BRÉCHI-FORMES;

Par le Professeur JAMESON.

(*Mémoires de la Société Wernérienne*).

(*Traduction*) (1).

### SECTION II (2).

*Du mode de formation des roches conglomérées,  
ou bréchi-formes.*

RECHERCHONS maintenant si ces roches conglomérées sont de formation chimique, ou de dépôt mécanique.

Dans toutes les roches conglomérées proprement dites, les fragmens dont elles sont composées, ou ont été arrondis par le frottement dans les eaux, ou bien elles présentent des surfaces anguleuses à cassures rectilignes; leurs bords sont très-distinctement séparés de la base

(1) Cette traduction est extraite de la *Bibl. Brit.*

(2) Voyez, dans le précédent numéro du *Journal des Mines*, le commencement du Mémoire de M. Jameson.

ou pâte qui les renferme, et on ne voit point la matière du fragment passer par gradations à celle de la base, ni celle-ci par une suite de transitions insensibles passer à la nature du fragment (1). Cependant, on trouve des apparences pareilles dans des roches conglomérées, mais qui paraissent être le résultat d'une précipitation subséquente à une solution chimique. Ainsi, ces caractères, lorsqu'on les réunit à d'autres rapports géognostiques, nous donnent les moyens de distinguer les roches véritablement conglomérées, de celles qui ne le sont qu'en apparence.

(1) D'après l'énoncé qui précède, l'auteur paraît comprendre sous une même dénomination les roches conglomérées à *fragmens anguleux*, ou les brèches proprement dites; et celles dont les morceaux intégrans sont *arrondis*, ou les poudingues. Il y a pourtant une différence bien essentielle dans l'histoire géologique de ces deux genres d'agglomérations pierreuses: les morceaux arrondis qui caractérisent les poudingues ont roulé long-tems avant l'événement qui les a empâtés dans la masse qui les renferme. Il y a même certains poudingues (et nous en avons vu un échantillon curieux dans la belle collection de M. Lainé, directeur des mines de Servoz en Faucigny) dans lesquels on trouve parmi les pierres arrondies, d'autres poudingues, de formation de beaucoup antérieure aux derniers, puisque leurs pierres intégrantes avaient eu le tems de s'arrondir par le roulement avant de se constituer en poudingue, lequel, après avoir roulé long-tems aussi, s'est trouvé pris dans une seconde pâte. L'échantillon de cette formation que nous avons vu, provient de l'épouvantable éboulement qui ensevelit des villages entiers, il y a quelques années, au pied du Ruffiberg, dans le canton de Schwitz. (*Note des Rédacteurs de la Bibl. Brit.*)

L'examen abrégé qui va suivre, des caractères particuliers à certaines roches conglomérées, nous donnera des motifs de trouver plausible l'opinion qu'on vient d'énoncer: savoir, que beaucoup de roches conglomérées sont des dépôts chimiques.

Dans le gneiss, le schiste micacé, et le granit conglomérés, les masses agglutinées, ne sont pas de véritables fragmens; elles n'en ont que l'apparence. Car, si on les examine bien, on n'y trouve pas des surfaces usées par le frottement, ou qui paraissent récemment fracturées. Au contraire, elles sont intimement mêlées avec la base autour de la surface de contact; et leur transition à cette pâte est si graduée et si imperceptible, qu'on ne peut pas dire où l'une commence, et où l'autre finit. Il en est ainsi de la roche conglomérée qui accompagne le porphyre primitif, et du vert antique, ou la brèche calcaire primitive. Il faut donc considérer ces roches comme des dépôts chimiques; et comme elles sont les seules dans la classe primitive qui se présentent en fragmens dans leur masse, nous sommes, à ce qu'il semble, autorisés à en inférer que, jusqu'à présent, on n'a pas rencontré dans les terrains primitifs de véritables roches conglomérées.

Le *grey-wacke*, la seconde de ces roches que nous avons décrites, a été jusqu'à présent considérée comme un dépôt mécanique. Mais on peut observer que les fragmens, dans cette roche, comme dans celles que nous avons décrites, passent graduellement à l'état de la masse qui les renferme, et se mêlent avec elle

aux environs de la surface de contact. On trouve, dans le grey-wacke, des fragmens apparens de schiste de même nature, qui ont plusieurs pieds de longueur et de largeur, et guère plus d'une ligne d'épaisseur, et qui, s'ils étaient véritablement des fragmens, auraient dû être brisés en mille éclats par la cause qui les aurait réellement détachés d'une grande masse. Il faut remarquer de plus, que les parties constituantes de cette roche sont souvent unies les unes aux autres sans pâte intermédiaire, comme le feldspath, le quartz et le mica le sont dans le granit. On aperçoit aussi que les ingrédiens se concentrent et s'agglomèrent en concrétions arrondies et de formes plus ou moins distinctes. Tous ces faits appuient la présomption que le grey-wacke est une précipitation chimique, et non un dépôt mécanique.

Dans la roche calcaire conglomérée, de transition, qui a si fort attiré l'attention des minéralogistes, les fragmens ont les mêmes caractères que ceux du grey-wacke, du gneiss congloméré, etc. Il faut donc les considérer comme étant de formation simultanée avec la pierre calcaire qui les renferme. Il en résulte que toute la masse est probablement de formation chimique.

La roche sableuse, ou grès congloméré, a beaucoup plus l'aspect d'un dépôt mécanique qu'aucune des roches que nous avons décrites jusqu'à présent. Même son apparence générale est tellement celle d'un dépôt mécanique, que j'ai long-tems hésité sur sa nature; et que je n'ai été conduit à attribuer, au moins quelques

variétés de cette roche, à l'action chimique, qu'après l'examen le plus détaillé et le plus attentif. J'ai mis cette opinion en avant dans l'esquisse de la minéralogie des collines de Pentland, dont j'ai fait lecture il y a quelque tems à la Société, et je n'ai pas eu lieu de changer d'avis depuis cette époque. La variété la mieux prononcée de grès congloméré chimiquement, qu'on rencontre dans nos environs, est celui qui se trouve à Habbies How, dans les Pentlands. Cette roche, telle que je l'ai décrite dans le Mémoire cité tout-à-l'heure, est composée de masses de diverses formes, de grey-wacke, de grey-wacke schisteux, de schiste siliceux, de feldspath, de jaspe, et de quartz, renfermés dans une base composée de petits fragmens, qui sont en général de même nature que les plus gros. Parmi ces fragmens, les plus abondans sont ceux de grey-wacke; leur forme est généralement globuleuse ou ovoïde, et ils diffèrent en grosseur, depuis le volume d'une noisette jusqu'à celui de la tête, et davantage. Ils sont composés de feldspath, de quartz, et d'un peu de mica, réunis sans pâte intermédiaire, c'est-à-dire, à la façon des élémens du granit et de la syénite. La base qui renferme ces prétendus fragmens, est de même nature qu'eux, c'est-à-dire, une matière primitive.

On pourrait présumer que ces masses distinctes sont bien de véritables fragmens logés dans une pâte de nature quarzeuse; mais cette opinion ne peut se soutenir; car on n'y aperçoit pas des surfaces usées par le frottement,

ou récemment fracturées; on les voit, comme dans d'autres formations du même genre, dont nous avons parlé, passer par nuances imperceptibles, jusqu'à la substance de la pâte qui les renferme. On peut trouver une confirmation de l'opinion que j'avance, dans l'apparence que la base elle-même prend quelquefois. On y voit souvent les ingrédiens de cette pâte se concentrer en masses globulaires indistinctes, plus dures que la base générale de la roche; et, dans d'autres cas, la concentration des parties est encore plus distincte, et les concrétions globuleuses ainsi formées, sont si fortement marquées, qu'on ne peut pas les distinguer des gros fragmens apparens.

Le grès, qui est encore une des pierres conglomérées que nous avons décrites, est en général considéré comme du sable agglutiné par un ciment, ou argileux, ou calcaire, ou quarzeux; et on en conclut, que tous les grès sont des dépôts mécaniques. Je soupçonne que cette opinion n'est pas fondée, parce que les apparences sous lesquelles se présentent plusieurs grès de ce pays, paraissent indiquer que ceux-là au moins sont plutôt des précipitations chimiques que des dépôts mécaniques. Lorsqu'on les examine à la loupe, ils paraissent quelquefois composés de grains de quartz cristallisé, réunis sans ciment, et par simple juxtaposition; d'autres fois de quartz, en concrétions anguleuses ou arrondies, également agglomérées sans ciment. Quelquefois le quartz est mêlé de concrétions, ou de cristaux de feldspath qui semblent logés dans le quartz de la même ma-

nière que les grains ou les cristaux de feldspath le sont dans le porphyre ou le granit; et le mica se trouve dans ces rochers sous les mêmes rapports minéralogiques. Ainsi, ces grès ne diffèrent pas essentiellement des granits ou des porphyres dans leur structure, et on doit les considérer, de même que ceux-ci, comme des formations chimiques; c'est-à-dire. comme des dépôts d'éléments qui étaient à l'état de solution chimique. D'autres grès sont entièrement composés de quartz en concrétions granuleuses distinctes, et elles sont quelquefois tellement pures, qu'à ne considérer que certains échantillons, on pourrait les confondre avec le quartz granuleux primitif. Si donc, ce dernier est un dépôt chimique, ce dont on ne peut guère douter, certainement le grès doit être aussi le résultat d'une précipitation chimique. Mais ce beau grès quarzeux, éminemment cristallin, alterne par couches avec cette variété de grès qui ressemble à celui qu'on emploie à bâtir aux environs d'Edimbourg; on les trouve même entremêlés, et le passage de l'un à l'autre est insensible. Si donc le grès quarzeux est un dépôt chimique, il en doit être de même du grès ordinaire à bâtir. La présence d'un ciment argileux ou marneux dans le grès, ne rend pas moins plausible l'opinion que je mets en avant. Le grès se rencontre quelquefois en concrétions globuleuses et à lames concentriques, en veines ou filons contemporains dans des roches de trapp; on le voit aussi en rognons, en amygdaloïdes, et sous d'autres apparences qui font présumer sa nature cristalline, parce qu'on ne

les trouve que dans le granit, le greenstone et les autres roches sur lesquelles il n'y a pas de doute à cet égard. Si donc, l'opinion qu'on vient de chercher à établir d'une manière générale se trouve être exacte, elle nous donnera une explication facile de toutes les variétés de flexion, de dureté et de position qu'on observe dans les couches de grès; et leurs *alternances* avec celles des roches calcaires, des roches de trapp, et d'autres espèces, ne seront plus un problème si difficile à résoudre.

Le *Trapp-tuff*, la dernière des roches conglomérées que nous avons désignées et décrites, passe en général pour être un dépôt entièrement mécanique; mais je suis plus enclin à le croire de formation chimique. J'ai établi cette opinion dans ma description des collines de Pentland; et voici quelques-uns des faits qui me font regarder cette dernière explication comme étant la plus plausible.

1°. On peut remarquer, que les masses de basalte, d'amygdaloïdes, de feldspath et des autres roches trappéennes qui se trouvent dans ce *Tuff*, passent peu-à-peu, et par degrés insensibles à la base de trapp proprement dit qui les renferme.

2°. Le *Tuff* est traversé par des filons contemporains de basalte et d'amygdaloïde même; ces filons se rapprochent par tant de caractères, de ceux de basalte, de porphyre, de granite, de pechstein, etc., que l'on considère d'ordinaire comme étant de formation postérieure à celle

des roches qui les renferment, que je suis disposé à considérer même ces derniers filons, comme contemporains des masses qu'ils traversent.

3°. Le *Tuff* lui-même se présente quelquefois en concrétions de forme sphéroïdale, et ces concrétions sont composées d'agglomérations à lames fléchies et concentriques.

4°. Quelques variétés de *tuff* sont, comme le basalte et le greenstone, entièrement composées de concrétions globuleuses distinctes.

5°. Cette roche est traversée dans toutes sortes de directions par des filons de même nature.

6°. On y trouve aussi des filons contemporains qui se rapprochent, et même sont, en partie, de la nature du basalte.

7°. Les masses de basalte, et d'autres roches qu'on trouve dans le *tuff*, sont quelquefois d'une taille si énorme, et tellement formées de concrétions facilement séparables, qu'à leur aspect on repousse toute idée de fragmens roulés et empâtés ensuite.

8°. La quantité du mélange qu'on pourrait croire mécaniquement entremêlé, est, en général, peu considérable; et elle est principalement composée de fragmens de roches primitives, de transition, et d'autres qui appartiennent à la classe des floëtz.

Je conclus de tout ce qui précède, que la quantité de matière déposée mécaniquement sur l'enveloppe de notre globe, est beaucoup moins considérable qu'on ne l'a généralement supposée.

NOTICE

## NOTICE

*Sur des Agates présentant, par une disposition artificielle, l'aspect de corps organisés ;*

Par M. GILLET-LAUMONT.

M. MOREAU-DE-SAINT-MÉRY, ayant rapporté d'Italie des agates que l'on trouve dans le lit de la Trébia, qui se jette dans le Pô, près de Plaisance, en remit une polie à M. Montègre, qu'il me montra pendant la séance de l'Institut, du 9 octobre 1815.

Je lui donnai aussitôt mon avis, par écrit, portant que l'apparence de corps organisés que présentait cette agate, était due à l'art ; nous la montrâmes ensuite à plusieurs naturalistes qui, au premier coup d'œil, crurent voir les marques d'un bois de palmier, quelques autres les traces d'un corps marin. Effectivement cette agate présente, dans son milieu, des corps arrondis, coniques, pénétrant dans la pierre, dont les sommets sont à la surface, et dont les bases réunies forment une apparence de réseau à mailles hexaèdres ; dans d'autres parties de la pierre on ne voit que de petits cônes isolés, à bases circulaires.

Depuis long-tems ayant observé les cassures que des coups de marteaux produisaient dans des pierres dures et homogènes, j'avais reconnu qu'il se formait, sous les coups, des cônes dont le sommet était au point de contact, et dont la base s'enfonçait plus ou moins régulièrement

Volume 38, n<sup>o</sup>. 224.

G

dans la pierre, et j'en avais ainsi formé, avec du grès à grain fin, le *grès lustré d'Haïly*.

D'après cette observation, j'ai cru pouvoir avancer que les apparences de corps organisés, dans l'agate dont il est question, avaient été formées de même par de petits coups ménagés et frappés les uns à côté des autres.

Je l'ai essayé, et j'ai obtenu ainsi des agates garnies de cônes présentant l'aspect de corps organisés.

L'agate d'Italie paraît avoir été polie après coup, ce qui a enlevé les sommets de plusieurs cônes du milieu de la pierre, et leur a donné un aspect étranger; dans cette agate et dans les miennes, on remarque, à la loupe, de petits cercles aux endroits où les coups ont été donnés; en mouillant les unes et les autres, les cônes disparaissent en partie, à raison du liquide qui pénètre dans les fissures; mais bientôt, en séchant, tous ces cônes reparaissent. M. le marquis de Drée a dans sa belle collection une agate montée en bague, qu'il m'a fait voir dernièrement, laquelle porte des cônes qui me paraissent avoir la même origine.

Le but de cette observation est de prévenir les amateurs que des marchands étrangers savent produire, sur certaines agates, des effets fort agréables, par une disposition artificielle qu'ils peuvent donner comme naturelle, ayant opéré avec assez d'adresse pour en imposer.

## L'APPLICATION DU CALCUL DES PROBABILITÉS

A LA PHILOSOPHIE NATURELLE ;

Par M. LAPLACE.

QUAND on veut connaître les lois des phénomènes, et atteindre à une grande exactitude, on combine les observations ou les expériences de manière à faire ressortir les élémens inconnus, et l'on prend un milieu entre elles. Plus les observations sont nombreuses, et moins elles s'écartent de leur résultat moyen, plus ce résultat approche de la vérité. On remplit cette dernière condition, par le choix des méthodes, par la précision des instrumens, et par le soin qu'on met à bien observer : ensuite on détermine, par la théorie des probabilités, le résultat moyen le plus avantageux, ou celui qui donne le moins de prise à l'erreur. Mais cela ne suffit pas ; il est encore nécessaire d'apprécier la probabilité, que l'erreur de ce résultat est comprise dans des limites données : sans cela, on n'a qu'une connaissance imparfaite du degré d'exactitude obtenu. Des formules, propres à cet objet, sont donc un vrai perfectionnement de la méthode de la philosophie naturelle, qu'il est bien important d'ajouter à cette méthode : c'est une des choses que j'ai eu principalement en vue, dans ma *Théorie analytique des probabilités*, où je suis parvenu

à des formules de ce genre, qui ont l'avantage remarquable d'être indépendantes de la loi de probabilité des erreurs, et de ne renfermer que des quantités données par les observations mêmes et par leurs expressions analytiques. Je vais en rappeler ici les principes.

Chaque observation a, pour expression analytique, une fonction des élémens qu'on veut déterminer; et, si ces élémens sont à peu près connus, cette fonction devient une fonction linéaire de leurs corrections. En l'égalant à l'observation même, on forme ce qu'on nomme *équation de condition*. Si l'on a un grand nombre d'équations semblables, on les combine de manière à former autant d'équations finales qu'il y a d'élémens; et, en résolvant ces équations, on détermine les corrections des élémens. L'art consiste donc à combiner les équations de condition, de la manière la plus avantageuse. Pour cela, on doit observer que la formation d'une équation finale, au moyen des équations de condition, revient à multiplier chacune de celles-ci par un facteur indéterminé, et à réunir ces produits; mais il faut choisir le système de facteurs qui donne la plus petite erreur à craindre. Or il est visible que, si l'on multiplie chaque erreur dont un élément déterminé par un système est encore susceptible par la probabilité de cette erreur; le système le plus avantageux sera celui dans lequel la somme de ces produits, tous pris positivement, est un *minimum*; car une erreur, positive ou négative, peut être considérée comme une perte. En formant donc cette somme de produits, la condition du *minimum* déter-

minera le système de facteurs le plus avantageux, et le *minimum* d'erreur à craindre sur chaque élément. J'ai fait voir, dans l'ouvrage cité, que ce système est celui des coefficients des élémens dans chaque équation de condition; en sorte qu'on forme une première équation finale, en multipliant respectivement chaque équation de condition, par son coefficient du premier élément, et en réunissant toutes ces équations ainsi multipliées: on forme une seconde équation finale, en employant les coefficients du second élément, et ainsi de suite.

J'ai donné, dans le même ouvrage, l'expression du *minimum* d'erreur, quel que soit le nombre des élémens. Ce *minimum* donne la probabilité des erreurs dont les corrections de ces élémens sont encore susceptibles, et qui est proportionnelle au nombre dont le logarithme hyperbolique est l'unité, élevé à une puissance dont l'exposant est le carré de l'erreur pris en moins, et divisé par le carré du *minimum* d'erreur, multiplié par le rapport de la circonférence au diamètre. Le coefficient du carré négatif de l'erreur, dans cet exposant, peut donc être considéré comme le module de la probabilité des erreurs; puisque, l'erreur restant la même, la probabilité décroît avec rapidité quand il augmente; en sorte que le résultat obtenu pèse, si je puis ainsi dire, vers la vérité, d'autant plus que ce module est plus grand. Je nommerai, par cette raison, ce module *poids* du résultat. Par une analogie remarquable de ces poids avec ceux des corps comparés à leur centre commun de gravité, il arrive que, si un même élément est donné

par divers systèmes, composés chacun d'un grand nombre d'observations, le résultat moyen le plus avantageux de leur ensemble, est la somme des produits de chaque résultat partiel par son poids, cette somme étant divisée par la somme de tous les poids. De plus, le poids total des divers systèmes, est la somme de leurs poids partiels; en sorte que la probabilité des erreurs du résultat moyen de leur ensemble, est proportionnelle au nombre qui a l'unité pour logarithme hyperbolique, élevé à une puissance dont l'exposant est le carré de l'erreur, pris en moins, et multiplié par la somme de tous les poids. Chaque poids dépend, à la vérité, de la loi de probabilité des erreurs, dans chaque système: presque toujours cette loi est inconnue; mais je suis heureusement parvenu à éliminer le facteur qui la renferme, au moyen de la somme des carrés des écarts des observations du système de leur résultat moyen. Il serait donc à désirer, pour compléter nos connaissances sur les résultats obtenus par l'ensemble d'un grand nombre d'observations, qu'on écrivît à côté de chaque résultat le poids qui lui correspond. Pour en faciliter le calcul, je développe son expression analytique, lorsque l'on n'a pas plus de quatre élémens à déterminer. Mais cette expression devenant de plus en plus compliquée, à mesure que le nombre des élémens augmente, je donne un moyen fort simple pour déterminer le poids d'un résultat, quel que soit le nombre des élémens. Alors, un procédé régulier pour arriver à ce qu'on cherche, est préférable à l'emploi des formules analytiques.

Quand on a ainsi obtenu l'exponentielle qui représente la loi de probabilité des erreurs d'un résultat, l'intégrale du produit de cette exponentielle par la différentielle de l'erreur, étant prise dans des limites déterminées, elle donnera la probabilité que l'erreur du résultat est comprise dans ces limites, en la multipliant par la racine quarrée du poids du résultat, divisé par la circonférence dont le diamètre est l'unité. On trouve, dans l'ouvrage cité, des formules très-simples pour obtenir cette intégrale; et M. Kramp, dans son *Traité des réfractions astronomiques*, a réduit ce genre d'intégrales en tables fort commodes.

Pour appliquer cette méthode avec succès, il faut varier les circonstances des observations, de manière à éviter les causes constantes d'erreur, il faut que les observations soient rapportées fidèlement et sans prévention, en n'écartant que celles qui renferment des causes d'erreur évidentes. Il faut qu'elles soient nombreuses, et qu'elles le soient d'autant plus, qu'il y a plus d'élémens à déterminer; car le poids du résultat moyen croît comme le nombre des observations, divisé par le nombre des élémens. Il est encore nécessaire que les élémens suivent dans ces observations une marche fort différente; car, si la marche de deux élémens était rigoureusement la même, ce qui rendrait leurs coefficients proportionnels dans les équations de condition; ces élémens ne formeraient qu'une seule inconnue, et il serait impossible de les distinguer par ces observations. Enfin il faut que les observations soient précises, afin que leurs écarts du résultat

moyen soient peu considérables. Le poids du résultat est par-là beaucoup augmenté, son expression ayant pour diviseur la somme des quarrés de ces écarts. Avec ces précautions, on pourra faire usage de la méthode précédente, et déterminer le degré de confiance que méritent les résultats déduits d'un grand nombre d'observations.

Dans les recherches que j'ai lues dernièrement à l'Institut, sur les phénomènes des marées, j'ai appliqué cette méthode aux observations de ces phénomènes. J'en donne ici deux applications nouvelles : l'une est relative aux valeurs des masses de Jupiter, de Saturne et d'Uranus ; l'autre se rapporte à la loi de variation de la pesanteur. Pour le premier objet, j'ai profité de l'immense travail que M. Bouvard vient de terminer sur les mouvemens de Jupiter et de Saturne, dont il a construit de nouvelles tables très-précises. Il a fait usage de toutes les oppositions et de toutes les quadratures observées depuis Bradley, et qu'il a discutées de nouveau avec le plus grand soin ; ce qui lui a donné pour le mouvement de Jupiter en longitude, 126 équations de condition. Elles renferment cinq élémens, savoir : le moyen mouvement de Jupiter, sa longitude moyenne à une époque fixe, la longitude de son périhélie à la même époque, l'excentricité de son orbite, enfin la masse de Saturne dont l'action est la source principale des inégalités de Jupiter. Ces équations ont été réduites par la méthode la plus avantageuse, à cinq équations finales, dont la résolution a donné la valeur des cinq élémens. M. Bouvard trouve

ainsi la masse de Saturne égale à la 3512<sup>e</sup> partie de celle du soleil. On doit observer que cette masse est la somme des masses de Saturne, de ses satellites et de son anneau. Mes formules de probabilité font voir qu'il y a onze mille à parier contre un, que l'erreur de ce dernier résultat n'est pas un centième de sa valeur ; ou, ce qui revient à très-peu près au même, qu'après un siècle de nouvelles observations ajoutées aux précédentes, et discutées de la même manière, le nouveau résultat ne différera pas d'un centième de celui de M. Bouvard. Il y a plusieurs milliards à parier contre un, que ce dernier résultat n'est pas en erreur d'un cinquantième ; car le nombre à parier contre un croît par la nature de son expression analytique, avec une grande rapidité, quand l'intervalle des limites de l'erreur augmente.

Newton avait trouvé, par les observations de Pound sur la plus grande élongation du quatrième satellite de Saturne, la masse de cette planète égale à la 3012<sup>e</sup> partie de celle du soleil, ce qui surpasse d'un sixième le résultat de M. Bouvard. Il y a des millions de milliards à parier contre un, que celui de Newton est en erreur ; et l'on n'en sera point surpris, si l'on considère l'extrême difficulté d'observer les plus grandes élongations des satellites de Saturne. La facilité d'observer celles des satellites de Jupiter a rendu beaucoup plus exacte la valeur de la masse de cette planète, que Newton a fixée, par les observations de Pound, à la 1067<sup>e</sup> partie de celle du soleil. M. Bouvard, par l'ensemble de cent vingt-

neuf oppositions et quadratures de Saturne, la trouve un  $1071^{\circ}$  de cet astre, ce qui diffère très-peu de la valeur de Newton. Ma méthode de probabilité, appliquée aux cent vingt-neuf équations de condition de M. Bouvard, donne un million à parier contre un, que son résultat n'est pas en erreur d'un centième de sa valeur : il y a neuf cents à parier contre un, que son erreur n'est pas d'un cent cinquantième.

M. Bouvard a fait entrer dans ses équations la masse d'Uranus comme indéterminée : il en a déduit cette masse, égale à la dix-sept mille neuf cent dix-huitième partie de celle du soleil. Les perturbations qu'elle produit dans le mouvement de Saturne, étant peu considérables, on ne doit pas encore attendre des observations de ce mouvement une grande précision dans cette valeur. Mais il est si difficile d'observer les elongations des satellites d'Uranus, qu'on peut justement craindre une erreur considérable dans la valeur de sa masse, qui résulte des observations de M. Herschel. Il était donc intéressant de voir ce que donnent à cet égard les perturbations du mouvement de Saturne. Je trouve qu'il y a deux cent treize à parier contre un, que l'erreur du résultat de M. Bouvard n'est pas un cinquième de sa valeur : il y a deux mille quatre cent cinquante-six à parier contre un, qu'elle n'est pas un quart. Après un siècle de nouvelles observations ajoutées aux précédentes, et discutées de la même manière, ces nombres à parier croîtront au-delà de leurs quarrés ; on aura donc alors la valeur de la masse d'Uranus, avec une grande pro-

babilité qu'elle sera contenue dans d'étranges limites.

Je viens maintenant à la loi de la pesanteur. Depuis Richer qui reconnut le premier la diminution de cette force à l'équateur, par le ralentissement de son horloge transportée de Paris à Cayenne ; on a déterminé l'intensité de la pesanteur dans un grand nombre de lieux, soit par le nombre des oscillations diurnes d'un même pendule, soit en mesurant directement la longueur du pendule à secondes. Les observations qui m'ont paru mériter le plus de confiance, sont au nombre de trente sept, et s'étendent depuis  $67^{\circ}$  de latitude boréale jusqu'à  $51^{\circ}$  de latitude australe. Quoique leur marche soit fort régulière, elles laissent cependant à désirer une précision plus grande encore. La longueur du pendule isochrone, qui en résulte, suit à fort peu près la loi de variation la plus simple ; celle du carré du sinus de la latitude, et les deux hémisphères ne présentent point à cet égard, de différence sensible, ou du moins qui ne puisse être attribuée aux erreurs des observations ; mais, s'il existe entre eux une légère différence, les observations du pendule, par leur facilité et par la précision qu'on peut y apporter maintenant, sont très-propres à la faire découvrir. M. Mathieu a bien voulu discuter, à ma prière, les observations dont je viens de parler ; et il a trouvé que la longueur du pendule à secondes à l'équateur étant prise pour l'unité, le coefficient du terme proportionnel au carré du sinus de la latitude, est cinq cent cinquante-un cent millièmes. Mes

formules de probabilité, appliquées à ces observations, donnent deux mille cent vingt-sept à parier contre un, que le vrai coefficient est compris dans les limites, cinq millièmes et six millièmes. Si la terre est un ellipsoïde de révolution, on a son aplatissement, en retranchant le coefficient de la loi de la pesanteur, de huit cent soixante-huit cent millièmes. Le coefficient cinq millièmes répond ainsi à l'aplatissement  $\frac{1}{177}$ ; il y a donc quatre mille deux cent cinquante-cinq à parier contre un, que l'aplatissement de la terre est au-dessous : il y a des millions de milliards à parier contre un, que cet aplatissement est moindre que celui qui répond à l'homogénéité de la terre, et que les couches terrestres augmentent de densité, à mesure qu'elles approchent du centre de cette planète. La grande régularité de la pesanteur à sa surface, prouve qu'elles sont disposées symétriquement autour de ce point. Ces deux conditions, suites nécessaires de l'état fluide, ne pourraient pas évidemment subsister pour la terre, si elle n'avait point eu primitivement cet état, qu'une chaleur excessive a pu seule donner à la terre entière. (*Extrait du Bull. des Sciences.*)

## LA CAUSE DE LA COLORATION DES CORPS;

Par M. Biot.

P A R M I les observations propres à montrer que les couleurs constantes des corps dépendent uniquement du mode d'agrégation de leurs particules, on en trouverait, je crois, difficilement une plus frappante que la suivante, qui cependant n'a pas été envisagée sous ce point de vue; elle est due à M. Thénard. Ce chimiste ayant distillé avec soin du phosphore à sept à huit reprises, dans la vue de l'obtenir extrêmement pur, trouva qu'il avait acquis, après ces opérations, une propriété nouvelle et inattendue. Si on le fondait dans de l'eau chaude, il devenait transparent et d'un blanc jaunâtre, comme c'est l'ordinaire. Le laissait on refroidir lentement, il se solidifiait en conservant cette couleur, et restait à demi-transparent; mais si, dans le temps qu'il était fondu, on le jetait dans de l'eau froide, en l'agitant avec un tube de verre pour lui imprimer un refroidissement brusque, il devenait subitement opaque et absolument noir. Cependant il n'avait point changé de nature; car, en le faisant de nouveau fondre, il reprenait sa couleur jaune et sa transparence, et les gardait en se solidifiant, si on le laissait refroidir avec lenteur : de sorte que le même morceau solide de phosphore pouvait à volonté être

rendu successivement jaune ou noir, transparent ou opaque. Cette observation remarquable montre bien, de la manière la plus palpable, que la transparence ou l'opacité, la coloration ou la privation de toute couleur ne sont que des modifications résultantes de l'arrangement et des dimensions des groupes matériels dont les corps se composent. En répétant cette expérience avec M. Clément, sur une certaine quantité de ce phosphore que M. Thénard nous avait donnée, nous eûmes occasion d'observer un phénomène qui rend cette transition d'état encore plus frappante. Ayant jeté notre phosphore fondu dans de l'eau froide, un certain nombre de petits globules, dix ou douze peut-être, restèrent disséminés de divers côtés, sans perdre leur liquidité ni leur transparence. Il paraît que, soit par le peu de froid de l'eau, soit par toute autre cause, leurs molécules s'arrangeaient peu à peu comme par l'effet d'un refroidissement lent; mais, si l'on touchait seulement un d'entre eux avec l'extrémité d'un tube de verre, ce léger mouvement, ou peut-être le seul effet d'attraction de la matière solide du verre, déterminait aussitôt la solidification du globule, et il devenait en même temps absolument noir. Cette épreuve, répétée successivement sur tous, fut toujours suivie du même succès. Le plus léger ébranlement suffisait donc alors pour déterminer les particules à s'arranger de l'une ou de l'autre manière. C'est ainsi que, lorsque l'eau a été abaissée de quelques degrés au-dessous du point de la glace fondante, sans cesser d'être liquide, l'injection du plus petit cristal de glace, ou je

crois même d'un petit corps solide quelconque qui peut être mouillé par l'eau encore liquide, y détermine à l'instant la congélation.

J'ajouterai ici une belle expérience de M. Brewster, qui me paraît des plus propres à confirmer l'influence que l'arrangement des parties matérielles peut avoir en une infinité de circonstances sur la coloration. Tout le monde connaît les couleurs vives et brillantes que présente la nacre de perle. Il semble bien qu'elles sont propres à cette substance, autant que celles de tout autre corps naturel; cependant elles résultent uniquement de la constitution de sa surface, et des petites rides imperceptibles qui la sillonnent, sans aucun rapport avec la nature de ces particules. Car, si l'on prend l'empreinte de la nacre comme celle d'un cachet sur de la cire noire bien fine, sur de l'alliage de Darcet en fusion, ou enfin sur toute autre substance susceptible de se mouler dans ses ondulations, les surfaces de ces substances acquièrent la même faculté que celle de la nacre, et font voir les mêmes couleurs. (*Extrait du Bull. des Sc.*)

*Sur une manière d'imiter artificiellement les phénomènes des couleurs produites par l'action des lames minces de mica sur des rayons polarisés ;*

Par le même (1).

EN cherchant par l'expérience le mode progressif suivant lequel la polarisation s'opère dans un assez grand nombre de corps cristallisés (2), j'ai été conduit à voir que les singuliers phénomènes de coloration produits sur des rayons polarisés, par les lames de mica bien diaphanes et régulières, tenaient à l'action simultanée de deux axes rectangulaires situés l'un dans le plan des lames, et l'autre perpendiculairement à ce plan. Le détail des expériences et leur accord avec la théorie des oscillations ne me laissaient aucun doute sur l'existence de ces deux genres de force; j'en ai conclu que si l'on pouvait avec d'autres corps composer des systèmes de forces semblables, ces systèmes devraient, si la théorie était juste, produire les mêmes séries de couleur que le mica: c'est aussi ce que l'expérience a confirmé.

D'abord, pour imiter les forces dirigées dans le plan des lames, j'ai employé une lame mince de chaux sulfatée qui, sous l'incidence perpendiculaire, polarisait l'indigo du second ordre. J'ai en effet reconnu dans ces lames

(1) Cet article et les deux suivans sont aussi extraits du *Bull. des Sciences*.

(2) J'ignorais alors que ce mode était le même pour tous les cristaux; je l'ai prouvé depuis.

l'existence

l'existence d'un axe, duquel émanent des forces analogues à celles dont je viens de parler.

Ensuite, pour produire la force perpendiculaire, j'ai d'abord employé une de ces lames minces de mica qui n'ont point d'axe situé dans le plan de leurs lames; on est assuré de cette circonstance, parce qu'elles n'indiquent aucune apparence de section principale sous quelque incidence qu'on les mette, et qu'elles donnent constamment les mêmes teintes sous chaque incidence quand on les tourne dans leur plan.

J'ai placé cette lame de mica sur la lame de chaux sulfatée: cela n'a rien changé aux couleurs données par cette dernière sous l'incidence perpendiculaire. Mais, en inclinant le système dans l'azimuth de 45°, j'ai vu les couleurs changer progressivement dans l'ordre des anneaux, précisément comme dans le mica. Lorsque l'axe de la lame de chaux sulfatée était dirigé dans le plan d'incidence, et qu'on inclinait le système des deux lames, le rayon extraordinaire, polarisé par ce système, commençait par monter dans l'ordre des anneaux, précisément comme si le système fût devenu plus mince; c'est-à-dire, qu'il passait de l'indigo du second ordre au violet, puis au rouge du premier ordre, à l'orangé, au jaune pâle, au blanc, au bleu, et enfin au noir; après quoi, en inclinant toujours, les teintes redescendaient de nouveau dans le même ordre, d'abord au blanc, puis au jaune, etc. La lame de chaux sulfatée seule, dans les mêmes circonstances, et inclinée de même, ne montait que de l'indigo au violet et au rouge du premier ordre.

Volume 38, n°. 224.

H

mais elle n'allait pas plus loin. Voilà ce qui avait lieu quand l'axe de la lame de chaux sulfatée était tourné dans le plan d'incidence. Mais si l'on y plaçait la ligne perpendiculaire à cet axe, ce qui augmentait la longueur du trajet de particules, en laissant la force répulsive constante, les phénomènes étaient opposés; les teintes du rayon extraordinaire descendaient constamment dans l'ordre des anneaux, comme si le système fût devenu plus épais; c'est-à-dire, qu'en partant de l'indigo du second ordre, elles passaient au bleu, au vert blanchâtre, au jaune brillant, à l'orangé; au rouge, au pourpre, tandis que la lame de chaux sulfatée seule, dans les mêmes circonstances, n'aurait descendu tout au plus que jusqu'au vert blafard et imparfait du second ordre. Du reste, on ne changeait rien aux phénomènes si, sans toucher à la lame de chaux sulfatée, on faisait tourner la lame de mica sur son plan, ce qui est tout simple, puisque la force exercée par cette lame émane d'un axe perpendiculaire à ce plan lui-même.

Tous ces résultats pouvaient se prévoir rigoureusement par la théorie. Soient, CZ, CX, deux axes rectangulaires, perpendiculaires au rayon incident, et dont le premier, CZ, représentera la direction primitive de sa polarisation; soit CA l'axe de la lame de chaux sulfatée, tourné dans l'azimuth ACZ, que je supposerai tout de suite de  $45^\circ$ , afin de rendre les phénomènes plus sensibles. Le rhomboïde qui sert pour analyser la lumière a sa section principale située dans l'azimuth o. Alors, sous quelque incidence qu'on place le système, la

lumière commence à osciller dans cette lame, que je suppose exposée la première au rayon. Une partie des molécules lumineuses fait un nombre d'oscillations impair, et tourne ses axes dans un azimuth égal à deux fois  $45^\circ$ , ou à  $90^\circ$ . Cette portion forme le faisceau spécialement polarisé par la lame, et sa teinte, sous l'incidence perpendiculaire, est l'indigo du second ordre. Le reste des molécules lumineuses ayant fait un nombre d'oscillations pair, reprend sa polarisation primitive suivant CZ, et, traversant le rhomboïde, y forme un faisceau ordinaire d'un vert pâle, complément de l'indigo du second ordre. Voilà donc deux faisceaux qui sortent de la première lame, l'un polarisé suivant CX, l'autre suivant CZ; c'est alors qu'ils subissent l'action de l'axe de la lame de mica. Cet axe, étant incliné dans le plan d'incidence, exerce sa force à droite et à gauche de ce plan. Or les observations nous apprennent que cette force est répulsive, c'est-à-dire, qu'elle tend à repousser les axes de polarisation des molécules lumineuses, que CA attirait; en sorte qu'elle fait osciller ces axes dans le sens XZ'X'Z et ZX'Z'X, au lieu que CA les faisait osciller dans le sens ZAX et XAZ. Par conséquent l'axe de la lame de mica produit sur les couleurs le même effet que produirait un axe attractif qui serait dirigé suivant BB' à angle droit sur CA. Une partie des molécules qui formaient le faisceau CX dans la première lame reste polarisée dans cette direction, après avoir fait un nombre d'oscillations paires dont les limites sont CX et CZ, et la direction XZ'X'Z. Une autre partie fait

un nombre d'oscillations impaires dans les mêmes limites, et se trouve ramenée dans la polarisation primitive CZ. La même chose arrive aux molécules de l'autre faisceau, qui, en sortant de la première lame, était polarisé suivant CZ. Si l'incidence est telle que l'action répulsive de la plaque de mica soit égale à l'action attractive de l'axe CA, alors tout le faisceau qui avait changé de polarisation dans la première lame en change aussi dans la seconde, parce qu'il y fait également le même nombre d'oscillations, et il se trouve ramené suivant CZ en parcourant l'arc  $XZ'X'Z$ ; de même le faisceau qui avait conservé sa polarisation dans la première lame la conserve dans la seconde, parce qu'il y fait encore un nombre d'oscillations pair, et ainsi il reste dirigé comme auparavant; alors toute la lumière incidente se trouve avoir repris sa polarisation primitive quand elle a traversé le système entier des deux lames, et le rayon extraordinaire donné par le rhomboïde est nul. Généralement, la teinte extraordinaire qui s'obtient sous chaque incidence est la même que celle qui serait produite par une seule lame égale en épaisseur à la différence des actions que les deux lames exercent. Il se passe ici absolument la même chose que dans les plaques de chaux sulfatée dont les axes sont croisés à angles droits; car on pourrait à l'axe répulsif de la lame de mica dirigé suivant CA dans notre expérience, substituer un axe attractif dirigé suivant la ligne  $BB'$ , rectangulaire sur CA, et alors les circonstances deviennent absolument pareilles à celles que présentent les lames croisées rectangu-

laire, lorsque les axes sont situés dans leur plan (1).

La même théorie montre également pourquoi, lorsque l'axe de la lame est perpendiculaire au plan d'incidence, les couleurs du rayon extraordinaire descendent constamment dans l'ordre des anneaux; car alors l'action répulsive de l'axe, s'exerçant toujours à droite et à gauche du plan d'incidence, agit dans le même sens que le premier axe attractif CA qui se trouve alors tourné perpendiculairement à ce plan; ainsi les molécules lumineuses, après être sorties de la lame de chaux sulfatée, continuent leurs oscillations dans la plaque de mica, comme elles auraient fait, si les premières forces qui les sollicitaient eussent continué d'agir dans le même sens, mais avec une intensité différente. Les circonstances sont alors absolument pareilles à ce qui arrive lorsque la lumière traverse successivement plusieurs lames de chaux sulfatée, dont les axes sont disposés parallèlement; l'action totale du système est égale à la somme des actions des lames superposées.

Comme les lames de mica qui n'ont point d'axe dans le plan de leurs lames doivent probablement cette propriété à une cristallisation confuse relativement à ce plan, elles sont toujours moins diaphanes que les lames régulièrement cristallisées. Pour éviter ce défaut, j'ai pris une de ces dernières lames très-diaphane

(1) J'ignorais alors l'existence générale de deux forces de double réfraction, l'une attractive, l'autre répulsive; ce phénomène en était le premier indice.

et très-mince. Elle était tirée d'une belle feuille de mica, qui m'a été donnée par M. de Drée. Cette lame, sous l'incidence perpendiculaire, polarisait le blanc du premier ordre, et était d'une épaisseur parfaitement égale dans toutes ses parties, comme l'uniformité de sa teinte l'indiquait. Je l'ai coupée en deux, et j'ai croisé ces deux moitiés l'une sur l'autre. Par ce croisement je neutralisais les actions des axes situés dans le plan de ces lames; et, en effet, en exposant ce système au rayon polarisé, sous l'incidence perpendiculaire, on pouvait le tourner sur son plan dans tous les azimuths, sans qu'il déviât aucunement les axes des particules lumineuses. Mais, en inclinant ces deux petites lames, l'action du troisième axe perpendiculaire à leur plan se développait et faisait naître un rayon extraordinaire, dont les couleurs, partant d'abord du bleu de premier ordre, allaient continuellement en baissant dans l'ordre des anneaux. Ce nouveau système de forces pouvait donc être substitué à la lame mince de mica sans axes que j'avais d'abord employée; et en effet, les phénomènes qui en résultèrent furent précisément les mêmes. Lorsque l'axe de la lame de chaux sulfatée se trouva dirigé dans le plan d'incidence, l'action répulsive de l'axe perpendiculaire des lames de mica fit monter les couleurs dans l'ordre des anneaux beaucoup plus rapidement et plus loin que si la première lame eût été seule. Le rayon extraordinaire arriva au zéro des teintes, le dépassa, et revint de nouveau au blanc du premier ordre. Au contraire, quand l'axe de la lame de chaux sulfatée fut devenu perpen-

diculaire au plan d'incidence, les couleurs descendirent dans l'ordre des anneaux, comme si le système fût devenu plus épais; mais, de même que dans le cas précédent, les variations furent beaucoup plus étendues et plus rapides qu'elles ne l'étaient dans la lame de chaux sulfatée, lorsqu'on la présentait isolément au rayon polarisé.

Dans ces expériences, les lames de mica ne servaient plus que pour produire une force perpendiculaire au plan du système. En conséquence, on devait pouvoir les remplacer par tout autre corps susceptible de produire une force ainsi dirigée, par exemple, par une plaque mince de cristal de roche, taillée perpendiculairement à l'axe. Je pris donc une pareille plaque; mais je la choisis assez mince pour que l'action des forces qui font tourner la lumière y fût tout à fait insensible, de sorte qu'elle n'altérât nullement la polarisation primitive des particules lumineuses, lorsqu'on l'exposait seule et sous l'incidence perpendiculaire au rayon polarisé. Mais, en l'inclinant sur ce rayon, la force émanée de l'axe, se développant par l'obliquité, produisait un rayon extraordinaire qui descendait continuellement dans la série des anneaux. Je posai cette petite lame sur la lame mince de chaux sulfatée dont j'ai parlé tout à l'heure, et successivement sur plusieurs autres; j'obtins encore des effets tout pareils à ceux des expériences précédentes, et à ceux qu'aurait produits une simple lame de mica cristallisée. En plaçant tour à tour dans le plan d'incidence l'axe de la lame de chaux sulfatée et la ligne perpendiculaire, et inclinant

le système sur le rayon polarisé, il arriva que, pour l'une des deux positions, les couleurs descendirent constamment dans l'ordre des anneaux; comme si le système était devenu plus épais, tandis que pour l'autre, elles commencèrent à monter comme s'il était devenu plus mince, jusqu'à ce qu'enfin elles arrivèrent au blanc du premier ordre et de là au noir, après quoi elles descendirent de nouveau par les mêmes degrés.

Mais quelle était celle des deux lignes qui, par son inclinaison, devait déterminer chacun de ces mouvemens opposés? Pour le savoir, il faut se rappeler deux choses: la première, que lorsqu'on incline le système, l'axe de la plaque de cristal de roche reste toujours dans le plan d'incidence; la seconde, que l'action de cet axe est tout-à-fait de même nature et de même signe que celle du premier axe de la chaux sulfatée, puisqu'il faut les croiser à angle droit pour les opposer l'un à l'autre, comme le prouvent les expériences des plaques épaisses, taillées parallèlement à l'axe. D'après cela, quand le premier axe de la lame de chaux sulfatée sera dirigé dans le plan d'incidence, son action s'ajoutera à celle de la plaque de cristal de roche; et si l'accroissement que cette dernière éprouve par l'inclinaison surpasse la diminution de l'autre, ce qui dépendra des rapports d'épaisseur des deux lames, les couleurs du rayon extraordinaire descendront dans l'ordre des anneaux comme si le système devenait plus épais: c'est ce qui est arrivé dans l'expérience que j'ai faite.

---



---

## RECHERCHES CHIMIQUES

SUR

### L'ACIDE CHLORIQUE;

Par M. VAUQUELIN.

EXTRAIT.

M. VAUQUELIN a préparé l'acide chlorique par le procédé de M. Gay-Lussac, c'est-à-dire, en décomposant par l'acide sulfurique le chlorate de baryte obtenu à l'état de pureté au moyen du phosphate d'argent; mais, avant de faire bouillir le phosphate avec la solution de baryte qui contient les acides hydrochlorique et chlorique, M. Vauquelin prescrit de faire cristalliser les deux tiers de l'hydrochlorate de baryte. On ne peut faciliter l'action du phosphate d'argent sur ce sel par l'intermède de l'acide acétique, par la raison qu'il se forme de l'acétate de baryte qui se mêle au chlorate, et qui le rend très-détonant par la chaleur.

M. Vauquelin a trouvé à l'acide chlorique toutes les propriétés que M. Gay-Lussac y a reconnues; il a observé, de plus, qu'il détruisait la couleur du tournesol lorsqu'il était concentré.

§. I. *Chlorates alcalins.*

Tous ces chlorates peuvent être préparés avec l'acide chlorique et les carbonates alcalins ; l'acide carbonique est dégagé à l'état gazeux.

*Chlorate de potasse.*

M. Vauquelin l'a trouvé parfaitement identique avec le sel connu sous le nom de *mu-riate suroxygéné de potasse*, ainsi que M. Gay-Lussac l'avait déjà observé.

*Chlorate de soude.*

Il cristallise en lames carrées comme le chlorate de potasse ; il est très-soluble dans l'eau sans être déliquescent.

Il donne à la distillation du gaz oxygène, un peu de chlore, et un chlorure légèrement alcalin.

*Chlorate d'ammoniaque.*

Il a une saveur très-piquante ; il cristallise en aiguilles fines.

Il paraît très-volatil.

Au feu il détonne, comme le nitrate d'ammoniaque, en répandant une lumière rouge.

Soumis à la distillation, on obtient du chlore de gaz azote et une petite quantité de gaz, que M. Vauquelin regarde comme étant de l'oxy-

gène ou de l'oxydule d'azote ; enfin il se produit de l'eau et un peu d'hydrochlorate d'ammoniaque.

§. II. *Chlorates à base terreuse.**Chlorate de strontiane.*

Il est neutre, sa saveur est piquante et un peu astringente.

Il est déliquescent ; aussi ne l'obtient-on cristallisé que quand sa solution est très-concentrée.

Il fuse sur les charbons, en répandant une lumière pourpre.

*Chlorate de baryte.*

Il cristallise en prisme carré terminé par une surface oblique, et quelquefois perpendiculaire à l'axe du prisme : sa saveur est piquante et austère.

A 10° il exige environ quatre parties d'eau pour se dissoudre ; il est insoluble dans l'alcool.

Il contient 6,5 d'eau pour 100.

Le sel desséché donne 0,39 de gaz oxygène à la distillation ; le résidu est un chlorure alcalin. M. Vauquelin pense que le même effet a lieu pour tous les chlorates dont les métaux ne sont pas susceptibles de s'unir au chlore en plusieurs proportions.

M. Vauquelin regarde le chlorate de baryte comme étant formé de 46 à 47 de base, et de 54 à 53 d'acide; et l'acide chlorique comme contenant 0,65 d'oxygène.

### §. III. Chlorates métalliques proprement dits.

#### *Chlorate de protoxyde de mercure.*

L'acide chlorique s'unit au protoxyde de mercure récemment précipité; le sel qu'il forme est d'un jaune-verdâtre; il est peu soluble dans l'eau.

Lorsqu'on l'expose à une température qui serait insuffisante pour séparer l'oxygène du mercure, il se produit une détonation, et le sel se convertit en perchlorure de mercure et en peroxyde rouge; si la température est plus élevée, il se convertit en protochlorure et en gaz oxygène.

#### *Chlorate de peroxyde de mercure.*

On le forme en faisant digérer l'acide chlorique sur le peroxyde de mercure préparé par le feu. Ce chlorate est assez soluble; il a une saveur mercurielle très-forte; il cristallise en petites aiguilles, dont la solution précipite en jaune par les alcalis.

Au feu il se réduit en gaz oxygène, et en un résidu jaune formé de perchlorure et de peroxyde de mercure.

#### *Chlorate de zinc.*

L'acide chlorique dissout le carbonate de zinc; la dissolution évaporée donne un sel cristallisé en octaèdres surbaissés.

Ce chlorate fuse sur les charbons sans détoner; sa solution ne précipite pas le nitrate d'argent.

M. Vauquelin a observé que l'acide chlorique dissolvait le zinc sans effervescence, que la dissolution précipitait le nitrate d'argent, et qu'elle donnait par l'évaporation un sel difficilement cristallisable, qui détonait sur les charbons à la manière des chlorates, et qui se réduisait par la chaleur en gaz oxygène, en chlore, et en chlorure de zinc mêlé de sous-chlorure. M. Vauquelin considère ce sel comme étant formé d'acide chlorique, de chlore et d'oxyde de zinc.

M. Vauquelin, ayant fait passer du chlore dans de l'eau où l'on avait mis du carbonate de zinc, a dissous la totalité de ce sel. La liqueur évaporée a donné des cristaux en aiguilles fines déliquescentes sans consistance. M. Vauquelin pense qu'il se produit du chlorate de zinc, du chlorure de ce métal, et du chlorure d'oxyde.

#### *Acide chlorique et fer.*

L'acide chlorique dissout promptement le fer sans effervescence: la solution est d'a-

bord verte; elle passe ensuite au rouge sans le contact de l'air; le fer qui n'a pas été dissous s'oxyde également au *maximum*. La liqueur rouge évaporée se prend en gelée, qui devient demi-transparente en séchant, et qui peut se redissoudre dans l'eau. Ce sel rouge ne fuse pas sur le charbon; il donne à la distillation du chlore, de l'acide hydrochlorique ou chlorique, du chlorure et du peroxyde de fer.

M. Vauquelin regarde la dissolution au moment où elle se forme comme étant composée de chlorate de protoxyde et de chlorure de fer; mais, quand elle est devenue rouge, il pense qu'elle n'est plus formée que de chlore et de peroxyde.

Quand on fait passer du chlore sur de l'oxyde rouge de fer, on n'obtient pas de chlorate.

#### *Chlorate d'argent.*

L'acide chlorique dissout très-bien l'oxyde d'argent humide; la dissolution cristallise en prisme carré, terminé par une section oblique dans le sens des deux angles solides du prisme.

Le chlorate d'argent a la saveur du nitrate de ce métal; il se dissout dans environ 11 parties d'eau à 15°; il fuse sur les charbons, et se convertit en chlorure fondu.

Il enflamme le soufre avec lequel on le triture.

Le chlore le précipite en chlorure, et il y a dégagement de gaz oxygène. Cela explique pourquoi, lorsqu'on fait passer du chlore dans de l'eau où il y a de l'oxyde d'argent, on obtient d'abord du chlorure et du chlorate, et ensuite de l'acide chlorique libre et du gaz oxygène.

#### *Chlorate de plomb.*

On le prépare en dissolvant la litharge dans l'acide chlorique; la dissolution a une saveur sucrée; elle cristallise en lames brillantes, qui fusent sur le charbon et laissent du plomb métallique.

500 parties de litharge donnent 740 de chlorate sec.

Lorsqu'on fait passer du chlore dans de l'eau où il y a de la litharge, on n'obtient que du chlorure de plomb et du peroxyde, de sorte que l'oxygène d'une portion de l'oxyde se porte en totalité sur l'autre.

Le chlore n'a pas d'action sur l'oxyde pur.

M. Vauquelin s'est assuré que le protoxyde de plomb pouvait s'unir au chlorure de ce métal, sans dégagement d'oxygène.

#### *Chlorate de cuivre.*

Le peroxyde de cuivre se dissout dans l'acide chlorique; la dissolution est d'un bleu-

verdâtre et toujours acide ; elle est verte quand elle est concentrée.

Le chlorate de cuivre fuse sur les charbons ; le papier qui a été plongé dans sa dissolution est très-inflammable ; il fuse avec une lumière verte magnifique.

SUR

## SUR LES MOYENS

*De produire une double distillation à l'aide de la même chaleur ;*

Par M. SMITHSON TENNANT.

BLACK a montré le premier, par des expériences ingénieuses, que la chaleur qui est nécessaire pour porter l'eau de la température de 10° centigrades à celle de l'ébullition, est seulement la sixième partie environ de celle que ce même liquide absorbe dans le passage de l'ébullition à l'état de vapeur. Cette portion de calorique, qui est tout entière employée à convertir l'eau en fluide élastique, a été appelée *la chaleur latente*, parce qu'elle ne produit aucun effet sur le thermomètre ; mais quelles que soient les circonstances dans lesquelles la vapeur se condense, la chaleur latente se montre de nouveau ; aussi s'est-on servi, dans beaucoup de cas, de cette condensation pour échauffer divers corps.

C'est ainsi, par exemple, qu'en faisant traverser une masse d'eau par un courant de vapeur continu, on finira par élever sa température jusqu'à 100°. A ce terme la vapeur cessera de se condenser, puisqu'elle a précisément la température du liquide qu'elle traverse : aussi ne semble-t-il pas possible de

Volume 38, n°. 224.

I

convertir par ce moyen l'eau en vapeur ; mais on peut remarquer que la chaleur qui est nécessaire pour porter un fluide donné à l'état d'ébullition , dépend de la pression que l'air exerce sur sa surface , de sorte que si cette pression est diminuée par un moyen quelconque , le fluide , l'eau , par exemple , entrera en ébullition avant 100 degrés , et pourra par conséquent être distillée par la seule condensation de la vapeur ordinaire : c'est d'après ces principes que l'appareil de distillation de M. Tennant a été construit.

Qu'on imagine une chaudière semblable à celle dont on se sert dans les laboratoires de chimie pour se procurer de l'eau distillée ; mais qu'on suppose que la plus grande partie du serpentín dans lequel la vapeur vient se condenser , soit engagée dans un autre vase semblable au précédent et également rempli d'eau , et l'on aura une idée assez exacte de l'appareil à double distillation. L'ouverture par laquelle le serpentín s'engage dans la seconde chaudière , et celle qui sert d'issue à son extrémité inférieure , doivent être l'une et l'autre parfaitement lutées. Le second vase porte deux robinets qui sont placés l'un à sa partie supérieure , et l'autre à l'extrémité de son serpentín ; pour faire le vide dans cette dernière chaudière , il suffit d'ouvrir les robinets dont je viens de parler , et d'élever la température de l'eau qu'elle renferme jusqu'à l'instant où les vapeurs commencent à se montrer ; on ferme alors les deux robinets , et toute application ultérieure et immédiate de calorique à cette chaudière devient inutile ;

on se contente ensuite d'échauffer la première chaudière , et la condensation de la vapeur qu'elle fournit , dans le serpentín , suffit pour faire bouillir et pour distiller l'eau qui est contenue dans la seconde.

M. Tennant a trouvé ainsi , dans quelques expériences , que la quantité de liquide que fournit la *seconde* distillation , est les *trois quarts* de celle qui provient de la première chaudière ; il pense même que cette proportion serait encore sensiblement augmentée , si on avait la précaution de revêtir le second vase de flanelle ou de toute autre substance capable de retenir le calorique.

## E S S A I

*De Minerais de fer d'Allevard (département de l'Isère) dans des forges catalanes du département de l'Arrière.*

L'INGÉNIEUR des mines dans le département de l'Isère, M. Gueymard, frappé de la grande quantité de minerais et de charbons que l'on y consume pour obtenir peu de fer, malgré la bonté reconnue des minerais spathiques et manganésés d'Allevard, a cherché à persuader aux maîtres de forges de ce département d'adopter la méthode catalane en usage aux Pyrénées, comme bien plus économique. Plusieurs maîtres de forges ont reconnu l'avantage qu'ils trouveraient à abandonner la méthode à Bergamasque, qui exige de fondre quatre fois successivement les minerais pour en obtenir longuement du fer, et à adopter la méthode catalane, au moyen de laquelle ils obtiendraient, d'un seul et même feu, une égale quantité de fer de bonne qualité avec une grande économie de bois, de minerais et de tems.

M. Charles Grasset, propriétaire d'usines et maire de Pinsot, canton d'Allevard (Isère), a le premier saisi avec empressement cette occasion d'économiser les bois et les minerais de cette contrée; et s'est décidé à se transporter en juin 1815 dans le département de l'Arrière,

avec des minerais d'Allevard de bonne qualité: les essais qui y ont été faits ont obtenu un plein succès (1), et douze maîtres de forges, à la tête desquels est M. Grasset, viennent de demander au Gouvernement la permission de changer leurs usines en forges catalanes. Il y a lieu d'espérer (de même que pour les soufflets à piston) (2), que cet exemple sera bientôt suivi par les maîtres de forges des départemens qui renferment des minerais de fer spathiques, analogues à ceux des Pyrénées ou d'Allevard; il en résultera qu'en consommant moins de combustibles, et en faisant une économie notable de minerais et de tems, on fabriquera autant de fer d'excellente qualité, et ordinairement mélangé de fer fort, ou *fer cedat* (acier naturel), si utile pour les instrumens d'agriculture.

Nous allons rendre compte de cet essai, qui peut avoir les effets les plus heureux pour la France, et qui a été provoqué par l'ingénieur des mines M. Gueymard, et adopté par le maître de forges M. Grasset, lequel mérite de grands éloges à cet égard. M. d'Aubuisson, ingénieur

(1) Ceux faits 30 ans avant par le baron de Diétrich, et décrits dans la première partie des gîtes de minerais des Pyrénées, page 112, n'avaient pas réussi, parce que ces minerais mal choisis et mal calcinés étaient encore très-chargés de sulfure de fer et de sulfure de cuivre.

(2) Ces soufflets ont été décrits et figurés par M. Baillet, inspecteur-divisionnaire des mines, en janvier 1796, n<sup>o</sup>. 16 du *Journal des Mines*, page 9 et suivantes; et, en 1797, n<sup>o</sup>. 38, page 105.

en chef des mines, a cherché tous les moyens d'assurer le succès de ce même essai, qui a été exécuté sous la direction de M. de Bergasse, ancien officier d'artillerie très-instruit, qui a bien voulu mettre sa forge de Rabat, canton de Tarascon (Arriège), à la disposition de M. Grasset, où les expériences ont été faites sous les yeux de M. le chevalier du Bosc, aspirant-ingénieur des mines, qui les a décrites.

Nous commencerons par donner le procès-verbal des essais faits par M. de Bergasse; nous ferons ensuite connaître la description de ces essais par M. du Bosc; enfin, nous terminerons cet objet par des observations de M. d'Aubuisson, sur la quantité de vent fournie par les trompes employées dans les forges catalanes en général, et particulièrement dans celles de Rabat.

G. L.

### PROCÈS-VERBAL

*D'un Essai fait dans une forge catalane du pays de Foix, avec du minerai d'Allevard en Dauphiné.*

Je soussigné, Georges-Bergasse Laziroule, propriétaire de la forge de Rabat, canton de Tarascon, département de l'Arriège, certifie que M. Grasset, maître de forge dans la commune de Pinsot, canton d'Allevard, département de l'Isère, s'étant rendu dans ladite commune de Rabat, le 16 du mois de juin courant, il me

remît une lettre de M. d'Aubuisson, ingénieur en chef des mines, dans laquelle ledit ingénieur m'invitait à aider ledit Grasset de mes bons offices, à l'effet de faire l'essai des mines du canton d'Allevard, et de constater si elles étaient susceptibles d'être traitées avantageusement dans nos fourneaux dits à la Catalane, et de manière usitée dans le département de l'Arriège: que, désirant condescendre à la recommandation de M. d'Aubuisson, et concourir en même tems à une expérience qui pouvait tendre à l'amélioration de l'industrie nationale, j'offris à M. Grasset de mettre ma forge à sa disposition, et de l'aider de mes avis et de mon expérience dans le cours de ses essais; qu'en conséquence, il a été procédé dans madite forge aux expériences suivantes:

Trois caisses contenant diverses mines spatiques grillées, provenant des minières du canton d'Allevard, ont été déposées dans ma forge, et ces mines ont été traitées dans mon creuset de la manière usitée dans le pays. Un premier feu a été commencé le 28 juin du courant, à cinq heures un quart du matin, la charge était de 868 livres de mine, ancien poids du pays, correspondant à 355 kilogrammes. Il a été consommé neuf sacs et demi de charbon de châtaignier, et mêlé d'un peu de chêne; chaque sac pesant environ 40 kilogrammes; le résultat a été de 356 livres de fer, correspondant à 146 kilogrammes. Le premier feu a été achevé à 11 heures du matin, et a par conséquent duré six heures moins un quart.

Un second feu a succédé immédiatement au

premier; il a commencé à onze heures du matin, et il a fini à cinq heures du soir. La charge était de 640 livres de mine, faisant environ 262 kilogrammes. Il a été consommé neuf sacs de charbon même essence et même poids que le précédent. Le résultat a été de 320 livres de fer, faisant 131 kilogrammes. Le fer produit par ces deux feux était de première qualité : il a été converti en barres plates et carrées, prêtes à être mises dans le commerce. Ce fer a été travaillé sous le gros marteau pendant la fonte de la mine du feu suivant, et cela dans le même creuset, et sans exiger d'autre emploi de combustible que celui ci-dessus exprimé.

Il faut conclure de ces deux essais, 1°. que la mine dont il s'agit a rendu environ 45 pour cent de son poids, en excellent fer; 2°. qu'une consommation de 100 kilogrammes, ou de deux sacs et demi de charbon de qualité médiocre, a suffi pour obtenir 40 kilogrammes, ou un quintal de fer, ancien poids du pays.

Je certifie que les susdites expériences ont été faites sous mes yeux, et en présence de M. Grasset et de M. Dubosc, ingénieur des mines dans le département de l'Ariège.

*Signé*, G. BERGASSE.

Pour copie conforme,

L'Ingénieur en chef des Mines,

D'AUBUISSON.

## NOTICE

*Sur des Essais faits dans une forge catalane du département de l'Arriège, avec des minerais de fer du canton d'Allevard, département de l'Isère;*

Par M. le Chevalier DU BOSQ, aspirant Ingénieur au Corps Royal des Mines, en juin 1815.

LA méthode dite *catalane*, consiste, comme l'on sait, à traiter le minerai de fer dans un bas fourneau, et à en obtenir, par cette seule opération, le fer à l'état malléable. Cette méthode, la plus simple et la plus économique de toutes celles usitées, n'est cependant que très-peu répandue. Elle est jusqu'à présent reléguée exclusivement dans les provinces qui bordent la chaîne des Pyrénées, tant du côté de la France que de celui de l'Espagne; elle a aussi lieu en Piémont et dans quelques autres parties de l'Italie; mais le procédé y diffère beaucoup de celui en usage dans les Pyrénées, où même, d'un point à l'autre, il éprouve de légères variations. Le département de l'Ariège offre les forges catalanes les mieux construites, et où le traitement du minerai de fer s'opère avec le plus d'économie et d'intelligence.

Depuis long-tems on présumait, avec raison; que les minerais de fer d'Allevard, département de l'Isère, seraient, du moins pour la plupart, susceptibles d'être traités avec avan-

tage par la méthode catalane. M. de Diétrich avait fait, en 1785, dans une forge catalane du comté de Foix, plusieurs essais avec du minerai de fer d'Allevard. Ces essais, au nombre de trois, donnèrent du fer *rouverain*, qui ne put être travaillé sous le marteau. La mauvaise qualité de ce fer, obtenu d'ailleurs en assez grande proportion, et avec une médiocre consommation de charbon, ne venait nullement du procédé employé, mais uniquement de la qualité du minerai venu d'Allevard, lequel était tellement mélangé de pyrites, tant ferrugineuses que cuivreuses, et d'ailleurs, si imparfaitement grillé, que l'on pouvait prévoir d'avance que le fer qui en proviendrait serait cassant. M. de Diétrich ajoute qu'il est très-probable que le minerai mieux purgé de pyrites, et plus complètement grillé, eût donné du fer de bonne qualité, et en plus grande quantité.

Depuis l'époque du voyage de M. de Diétrich dans les Pyrénées, on n'avait donné aucune suite aux essais par lui entrepris sur le minerai du Dauphiné, lorsqu'au mois de juin 1815, M. Grasset, maître de forges à Pinsot, canton d'Allevard, département de l'Isère, s'est décidé, d'après les conseils de M. l'ingénieur des mines Gueymard, à tenter de nouveaux essais analogues à ceux de M. de Diétrich. Ce sont ces essais dont j'ai été témoin, qui feront l'objet de cette Notice.

Les minerais d'Allevard, qui se rapportent tous à l'espèce dite *fer carbonaté*, sont plus ou moins riches, plus ou moins mélangés de py-

rites. Plusieurs filons, situés au voisinage de Pinsot, présentent des minerais riches et exempts de pyrites. Ce sont ces minerais que M. Grasset avait, depuis quelques années, entrepris de traiter à la catalane. Il avait, à cet effet, construit à Pinsot une sorte de forge catalane, où il obtenait du fer par une seule opération; mais en petite quantité et avec une très-grande consommation de combustible, comme on peut en juger par les données suivantes.

Dans les forges catalanes déjà établies à Pinsot, on faisait quatre feux par jour. Chaque feu durait au moins six heures. La charge de chaque feu se composait de 260 à 270 livres, poids de Grenoble (environ 110 kilogrammes) de minerai bien grillé. On consommait par feu environ 7 à 8 sacs de charbon, pesant 40 kilogrammes, ce qui fait de 280 à 300 kilogrammes de charbon par feu. Le résultat n'était que 70 à 80 livres (30 à 33 kilogrammes) de fer. On voit par là que, par ce genre de traitement, on ne retirait du minerai grillé qu'environ 30 pour cent de fer; et que, pour obtenir une partie (en poids) de fer, on consommait plus de huit parties et demie de charbon.

D'après cet exposé de la méthode catalane employée jusqu'à présent à la forge de Pinsot, on sent combien elle doit être vicieuse et dispendieuse, vu l'énorme consommation de charbon, qui est trois à quatre fois plus forte, pour obtenir une même quantité de fer, que dans les forges de l'Ariège. M. Grasset, d'après ce qu'il avait ouï dire du travail avantageux de ces dernières forges, s'est décidé à venir les voir par

lui-même, pour reconnaître si le procédé qu'on y suit ne pourrait pas s'introduire à son usine de Pinsot. En conséquence, il est arrivé dans le département de l'Ariège, apportant avec lui environ 16 quintaux (de 6 à 7 myriagrammes) de minerai riche d'Allevard, et croyait en avoir assez pour faire quatre feux, tandis qu'il n'en a eu que pour deux, dans lesquels il a même fallu diminuer la charge faute de minerai. Heureusement le succès de ces deux essais a été si complet, qu'il devenait inutile d'en faire d'autre pour s'assurer que le minerai apporté par M. Grasset, étant traité à la méthode catalane (telle qu'elle est usitée dans l'Ariège), donnait du très-bon fer, en très-grande quantité, et en consommant fort peu de charbon.

M. Bergasse Laziroule, ex-constituant, et maître de forges à Rabat, près Tarascon, homme très-instruit, et fort expérimenté dans l'art de forger, a bien voulu mettre sa forge à la disposition de M. Grasset, pour les essais que ce dernier avait à faire. Je me plais à rendre ici hommage à cet acte de complaisance de M. Bergasse, et aux soins qu'il s'est donnés pour la réussite de ces essais.

Avant de décrire ces essais, je crois devoir donner une idée de la forge de Rabat dans laquelle ils ont eu lieu.

Cette forge, l'une des mieux construites du département de l'Ariège, se compose, comme toutes les autres, d'un foyer de forge, auquel le vent est fourni par une trompe, et d'un gros marteau.

Le foyer de forge, ou *creuset*, présente les

dimensions suivantes : le côté de *chio* a  $0^m,71$  largeur à la bouche du creuset, et  $0^m,57$  au fond du creuset ; ce côté, construit en *taques* de fer forgé, est vertical. L'orifice du creuset offre un carré parfait de  $0^m,71$  de côté ; le fond du creuset est un rectangle, ayant  $0^m,57$  parallèlement au *chio*, et  $0^m,63$  parallèlement au *contrevent*. Le *contrevent* est incliné en dehors, de manière à former avec la verticale un angle d'environ  $10^d$ .

Le creuset a  $0^m,80$  de profondeur verticale. Le trou de la *tuyère* est percé à  $0^m,46$  au-dessus du fond ; la *tuyère* est inclinée de  $45^d$ , et la saillie, dans l'intérieur du creuset, est de  $0^m,30$ . La face de *rustine* est construite en pierres refractaires ; celle du *vent* et du *contrevent* sont dans le bas, formées de *taques* de fer forgé.

La *trompe* qui fournit le vent nécessaire au fourneau, consiste, comme toutes celles de l'Ariège, en deux arbres à base carrée, et garnis de soupiraux ; ces arbres surmontent une caisse dont la base est un trapèze ; c'est de cette caisse que s'échappe le vent par un tuyau vertical. La chute de l'eau dans cette trompe est de  $2^m,90$  depuis le niveau de l'eau dans le coursier, jusqu'au bas de la caisse à vent. La *buse*, qui est à l'extrémité du *portevent*, a pour orifice un cercle de 17 lignes ( $0^m,038$ ) de rayon. Cette *buse* s'enchasse dans une *tuyère* en cuivre rouge, dont l'*œil* est une ellipse qui a  $0^m,035$  dans le sens horizontal, et  $0^m,030$  dans le sens vertical.

Le *marteau* est en fer forgé ; il pèse 18 quintaux (738 kilogramme). Il est mû par une

roue à palettes de 3 mètres, sur laquelle l'eau est amenée par un coursier presque vertical. L'arbre de la roue porte trois *comes* en fer forgé.

Les minerais apportés par M. Grasset étaient de deux variétés; l'une, d'un brun foncé, presque compacte et très peu lamelleuse; celle-là avait été grillée sur la mine même. La seconde variété était un fer spathique extrêmement lamelleux, d'un jaune clair, et presque point mélangée de parties terreuses. Cette variété avait été apportée crue; on lui a fait subir, à Rabat, un léger grillage en plein air, lequel a duré environ une heure et demie, et qui n'a eu d'autre effet que de rendre brune la couleur du minerai, de jaune qu'elle était.

Le charbon employé venait des environs de la forge, et était de qualité médiocre, composé en grande partie de châtaignier mêlé d'un peu de chêne.

Les essais ont eu lieu le 28 juin 1815. La forge chômaît depuis quelque tems pour réparations, et n'avait été remise en feu que la veille au soir. C'était là une circonstance défavorable, puisque, le creuset n'étant point encore complètement échauffé, le travail devait en aller moins bien.

Une autre cause qui nuisait au succès du travail, était la prévention des ouvriers contre tout ce qui n'est pas leur routine habituelle; il suffisait que le minerai à traiter eût un autre aspect que celui du minerai de Raucié, sur lequel ils opèrent ordinairement, pour qu'ils

crussent pouvoir annoncer d'avance la non réussite du travail qu'on les chargeait de faire; et il n'a fallu rien moins que le résultat satisfaisant de ce travail, pour les faire revenir de leurs préventions. On a pesé avec soin le minerai destiné au premier feu. La charge en minerai a été de 868 livres (355 kilogrammes) de minerai brun grillé. On l'a concassé sous le gros marteau, et réduit en morceaux de la grosseur d'une noix; on l'a ensuite passé au crible pour en séparer le minerai en poussière, appelé *greillade*, qui était destiné à être ajouté au feu par portions successives pendant la durée du travail: on a humecté légèrement ce minerai en poussière.

Le 28 juin, à 5 heures 8 minutes du matin, on a sorti le *masset* résultant d'un feu qui avait été commencé le 27 au soir, et par lequel on avait interrompu le chômage de la forge. On a entièrement nettoyé le creuset, pour qu'il n'y restât rien du fondage qui venait de finir, et à 5 heures un quart, le premier essai fait avec le minerai d'Allevard a commencé. Le travail s'est fait entièrement à la manière de l'Ariège, où, à l'exception du grillage qui ne se fait guère plus nulle part, il est tel qu'on le trouve décrit dans les ouvrages de M. de Diétrich et Picot Lapeyrouse. Je vais néanmoins décrire succinctement la marche des essais qui font l'objet de cette Notice.

À 5 heures 15 minutes, le creuset étant bien nettoyé, on y a placé de champ une pelle de fer qui, parallèlement à la face du *contrevent*, divisait le creuset au tiers de la largeur, à partir

de cette même face. Entre cette pelle et la *tuyère*, on a jeté quelques braises allumées; on a placé la *tuyère*, qu'on a bien assujettie avec de l'argile. On a ensuite rempli le vuide, entre la pelle et la face du *vent*, avec du charbon qu'on avait soin de battre, afin de le tasser également par-tout, et d'empêcher qu'il n'y eût des vuides. Pendant ce même tems, on a jeté quelques pelletées de charbon entre la pelle et le *contrevent*; et, par dessus, on a chargé le minerai concassé, qu'on a recouvert avec du minerai en poussière, qui a été humecté et fortement battu.

A 5 heures 20 minutes, le creuset étant chargé, on a donné le vent; mais, dans ce premier moment, on n'a donné que le tiers du vent total. L'anémomètre marquait  $4\frac{1}{2}$  lignes (1). Après avoir donné le vent, on a légèrement arrosé la surface du feu. Environ une minute après, la flamme a commencé à paraître.

On a placé alors, dans le charbon, une *massouquette* (le  $\frac{1}{2}$  du masset), provenant du masset qui venait d'être mis hors du fourneau. La flamme augmentait, et le charbon en brûlant

(1) Cet anémomètre consiste en un tube de verre doublement recourbé en forme d'S, ayant ses deux branches verticales, dont l'une, celle inférieure, communique avec la caisse de la trompe, et l'autre, celle supérieure, avec l'air extérieur. Lorsque la trompe ne va pas, et que l'air intérieur est en équilibre avec l'air extérieur, la surface supérieure du mercure, dont est remplie la double courbure du tube, répond au zéro d'une échelle marquée sur la branche supérieure du tube. Le mercure s'élève au-

s'affaissait

s'affaissait un peu; on a commencé à l'aider à descendre également par-tout, et cela à l'aide d'un ringard qu'on y enfonçait.

Environ cinq minutes après avoir donné le vent, on a jeté sur le feu une première corbeille de charbon, et, de 5 minutes en 5 minutes, on a continué à y en ajouter d'autres corbeilles; en même tems on avait soin de tasser le minerai et d'arroser souvent la superficie du feu.

A 5 heures 40 minutes, on a mis au feu une seconde *massouquette*, et on a commencé à étirer sous le marteau la première qui avait déjà acquis au feu assez de chaleur pour subir cette opération. En même tems, on a un peu augmenté le vent, ce qui a fait monter l'anémomètre à plus de 5 lignes.

C'est à cette époque du travail qu'on a jeté sur le feu une première portion peu considérable de *greillades*, et en même tems on a arrosé la surface du feu, afin que le minerai en poussière adhérât aux charbons, et ne descendît qu'avec eux dans le fond du creuset, ce qui lui donne le tems de se bien réduire. Dans la suite du travail, on a continué à ajouter de nouvelles doses successives de *greillades*, à des intervalles plus ou moins rapprochés; l'état de la flamme, celui du laitier, sont les indices qui déterminent les époques où l'on doit ajouter de

dessus de ce zéro, à mesure qu'on donne l'eau à la troupe; l'échelle graduée indique alors le plus ou le moins de force du vent, par l'élévation plus ou moins grande du mercure au-dessus de zéro.

Volume 38, n°. 224.

K

nouvelles greilladés, ou cesser d'en jeter sur le feu.

A 5 heures 51 minutes, on a augmenté le vent; l'anémomètre marquait 6 lignes.

On a continué à sortir du feu alternativement les deux *massouquettes*, pour les convertir en barres sous le marteau. Huit à dix minutes suffisaient à chaque fois pour donner, à la massouquette, le degré de chaleur suffisante pour l'étirer.

De tems en tems, on avait le soin d'introduire un ringard, par la tuyère, afin de juger de l'état du fondage, et de nettoyer la tuyère.

A 6 heures 9 minutes, on a augmenté le vent. L'anémomètre a monté alors à  $7\frac{1}{2}$  lignes.

A 6 heures 47 minutes, on l'a augmenté de nouveau. Le pèse-vent a été alors à  $9\frac{1}{2}$  lignes. Vers 7 heures, on a fini d'étirer une des deux massouquettes, et alors on l'a remplacée au feu par la seconde *massoque*, ou moitié du masset, qui était restée sur le sol de la forge, recouverte de charbons ardents. A cette époque, on a jeté par deux fois sur le feu des débris de scories du précédent travail.

A 7 heures un quart, on a fait, pour la première fois, la percée du *chio*. La couleur et l'état des scories qui ont coulé alors, quoiqu'en petite quantité, ont suffi pour faire revenir les fondeurs de toutes leurs préventions, et leur faire affirmer d'avance que le travail réussirait au moins aussi bien qu'avec le minerai de Rancié qu'ils traitent habituellement.

A 7 heures 35 minutes on a fini d'étirer la seconde massouquette. Il ne restait plus alors au feu que la seconde *massoque*, qu'on avait soin, de tems à autre, d'enfoncer de plus en plus parmi les charbons. On l'a sortie du feu à 7 heures 56 minutes, et on l'a divisée sous le marteau en deux *massouquettes*, qu'on a étirées ensuite comme on avait fait des deux précédentes provenant de la première massoque.

A 8 heures, on a augmenté le vent. L'anémomètre était de  $11\frac{1}{2}$  lignes. Vers cette même époque, on a rouvert le *chio*; les scories qui ont coulé étaient très-liquides; elles m'ont paru l'être plus que celles provenant du minerai de Rancié. C'est aussi un peu après 8 heures, que, pour la première fois, on a commencé à *donner de la mine*, c'est-à-dire, à avancer, à l'aide d'un ringard, le minerai sous la tuyère. On a répété cette opération toutes les fois que la flamme est devenue très-vive, et a pris une couleur jaunâtre. On a continué aussi à donner de la *greillade*, toutes les fois que les scories étaient trop fluides. On rejetait sur le feu ces scories, à mesure qu'elles coulaient par le trou du *chio*.

A 9 heures, on a augmenté le vent pour la dernière fois; il était alors au plus haut degré d'intensité qu'il ait eu pendant toute la durée du travail. Le pèse-vent était à 14 lignes (1).

(1) M. l'ingénieur en chef d'Aubuisson a calculé, connaissant la hauteur du mercure dans l'éprouvette lorsque le vent était au *maximum*, dans les essais ci-dessus, et la

On voit que ce n'est qu'après plus de 3 heures et demie de travail, qu'on a donné tout le vent.

A 9 heures 45 minutes, on a cessé d'ajouter de la *gréillade*. On a ensuite continué à donner de la mine avec beaucoup d'activité. En même temps le *chio* restait ouvert, et les scories coulaient abondamment. La flamme était très-vive, et on était obligé d'arroser fréquemment le feu.

On a commencé, un peu avant 10 heures, à détacher du fond du creuset le masset qui s'y formait, et cela à l'aide des ringards qu'on insinuait par-dessous, et qu'on soulevait avec force.

Vers 10 heures et demie, on a cessé de jeter du charbon sur le feu, et on s'est mis à travailler avec activité à détacher le masset du fond du creuset auquel il adhérait fortement.

A 10 heures trois quarts, on a bouché le *chio* qui était ouvert depuis long-tems, et on a travaillé, à coups de ringards, à abattre toutes les inégalités qu'offrait la surface du masset, et à y réunir les parties qui s'en étaient séparées. C'est ce que les ouvriers appellent *faire le baléjade*, c'est-à-dire, balayer le masset.

A 10 heures 56 minutes, on a ôté le vent,

grandeur de l'orifice de la *buse*, que la quantité d'air fournie par minute était de 177 pieds cubes, ou 6<sup>m</sup>,c81 mètres cubes, ce qui n'est pas moitié des hauts fourneaux qui consomment ordinairement de 400 à 500 pieds cubes d'air par minute.

et de suite on a enlevé les braises qui remplissaient le creuset. On a ensuite, à l'aide de leviers et de crochets, entièrement détaché le masset du fond du creuset, et on l'a porté sous le marteau, où il s'est laissé diviser, avec la plus grande facilité, en deux *massoques*, dont on a aussitôt étiré grossièrement l'une des deux, qu'on a divisée en deux *massouquettes*, lesquelles, ainsi que la seconde *massoque*, devaient être chauffées et étirées pendant le feu suivant.

Il était 11 heures 10 minutes quand le creuset a été entièrement libre et prêt à être chargé de nouveau pour procéder au second essai. On voit par là que le premier a duré moins de six heures.

Le fer résultant de ce premier essai a été travaillé pendant la durée du second feu; il s'est constamment bien comporté sous le marteau, où il a été étiré en barres. Les ouvriers le trouvaient encore plus ductile et plus aisé à travailler que celui qu'ils travaillent ordinairement. On a obtenu, par ce premier essai, 356 liv. (145 kilogrammes) de fer en barres.

La consommation en charbon s'est portée à 9 sacs et demi; chaque sac pèse environ 40 kilogrammes, ce qui donne 380 kilogrammes pour la consommation en charbon.

En se rappelant que la charge en minerai était de 868 livres (355 kilogrammes), on voit que ce minerai a donné 41 pour cent de fer, avec une consommation de 2,62 parties de charbon pour une partie de fer obtenu.

Sur le fer obtenu, il s'est trouvé seulement

6 à 7 kilogrammes de *fer fort*, ou *acier naturel* : le reste du produit était en fer doux très-ductile.

Le second essai a commencé dès que le premier a été terminé. Il était alors 11 heures 10 minutes.

La charge en minerai a été de 640 livres (262 kilogrammes), savoir : 365 livres (150 kilogrammes) de minerai brun grillé à la méthode du Dauphiné, et 275 livres (112 kilogrammes) de minerai jaune qu'on venait de griller légèrement.

Le second feu a été conduit absolument comme le premier. La fonte s'est opérée encore mieux, et tous les indices ont annoncé d'avance un résultat au moins aussi avantageux que celui du premier essai. En même tems qu'on procédait à ce second fondage, on a étiré le fer provenant du premier, ce qui s'est fait absolument de la même manière qu'on avait étiré, pendant le premier essai, le fer obtenu par le feu qui l'avait immédiatement précédé.

On a ôté le vent à 5 heures 20 minutes, et on a sorti de suite le masset, qui avait très-bonne apparence. La durée du feu a été, comme on voit, d'un peu plus de 6 heures.

La consommation en charbon a été de 9 sacs (360 kilogrammes) de la même qualité, qui avait servi dans le premier essai.

Le fer obtenu a été étiré pendant un feu qui a suivi le second essai ; il était d'excellente qualité, et a pesé 320 livres (131 kilogrammes).

Ainsi, on voit que, dans ce second essai, où la charge en minerai était de 262 kilogrammes, le minerai a rendu 50 pour cent de fer forgé, et qu'il a fallu 2,75 parties de charbon pour obtenir 1 partie de fer.

Malgré cette consommation de charbon plus forte en proportion que dans le premier essai, il n'en est pas moins vrai que, sous tous les rapports, on peut regarder le second essai comme le plus avantageux. Cet excès de consommation en charbon ne tient qu'à ce que le minerai ayant manqué, la charge du second feu n'a pu être complète comme celle du premier ; et cependant les ouvriers ont entretenu le feu avec la même activité que si la charge en minerai eût été complète ; aussi n'y a-t-il nul doute à faire que, si elle l'eût été, on n'aurait pas brûlé plus de charbon qu'il n'en a été consommé pour la charge de 262 kilogrammes de minerai, laquelle était loin d'être complète.

Il est aussi hors de doute que, si le second feu eût été composé seulement de minerai jaune bien grillé, on n'eût obtenu un résultat encore plus satisfaisant sous le rapport du produit en fer ; cette variété de minerai étant plus riche que la brune, avec laquelle elle a été mélangée dans le second feu. Le premier essai, composé uniquement de mine brune, a donné 41 pour cent de fer, tandis que le second, qui se composait d'un mélange de mine brune et de mine jaune, a donné 50 pour cent ; encore la mine blanche n'était-elle que très-imparfaitement grillée.

En réunissant entre eux les résultats des deux essais, on trouve que le minerai a rendu un peu plus de 45 pour cent en fer forgé de première qualité; et que, pour obtenir un kilogramme de fer, il a fallu consommer 2,68 de charbon; ou, en d'autres termes, que, pour obtenir 100 parties de fer, il a fallu 220 parties de minerai, et 268 de charbon.

En comparant ces résultats à ceux que l'on obtient journellement dans les forges de l'Ariège avec le minerai cru de Rancié, on trouve que tout l'ouvrage est en faveur du minerai d'Allevard. Dans les forges de l'Ariège, le minerai rend 33 pour cent, et on consomme de  $2\frac{2}{3}$  à 3 parties de charbon pour obtenir 1 partie de fer.

Malgré le succès des essais qu'on vient de décrire, on peut croire que ce succès eût pu être encore plus complet; il y a plusieurs raisons qui me font avancer cette opinion.

1°. Dans les essais faits à la forge de Rabat, le minerai était en quantité insuffisante; ce qui a obligé à faire les charges moindres qu'à l'ordinaire; ce qui a dû nuire au travail, la capacité du creuset étant calculée pour des charges plus fortes que celles qui ont eu lieu.

2°. La forge ayant chômé long-tems, et n'ayant été remise en activité que la veille au soir, le creuset ne pouvait être encore complètement échauffé.

3°. Les dimensions du creuset qui sont reconnues les plus convenables pour le minerai de Rancié, d'après une longue expérience,

peuvent fort bien n'être pas celles qui conviennent le mieux pour le minerai d'Allevard.

4°. On peut en dire autant de l'inclinaison et de la saillie de la tuyère, des détails du fondage.

5°. Les ouvriers ne connaissant que le minerai de Rancié, n'avaient nulle idée de celui d'Allevard; ils ont agi comme à leur ordinaire. On peut croire qu'à la longue, il pourra être apporté au travail quelques modifications qui seront susceptibles de le rendre plus approprié aux minerais d'Allevard.

6°. Le charbon employé était de qualité médiocre: le travail eût été plus avantageux avec du charbon de première qualité.

7°. On peut ajouter à ces raisons, le peu de zèle et de soin des ouvriers naturellement portés à douter d'avance du succès de tout ce qui ne s'accorde pas avec leur routine accoutumée.

Toutes ces raisons portent à conclure que, dans une forge catalane qui serait en feu depuis quelques jours, avec un creuset de capacité la plus convenable possible pour les minerais d'Allevard, des ouvriers habitués à travailler ce minerai, du charbon de bonne qualité, et en mettant des charges suffisantes de minerai, on aura des résultats plus avantageux encore que ceux ci-dessus décrits, quelques satisfaisans que soient d'ailleurs ceux-ci.

M. Grasset, voyant le succès de ses essais dépasser les espérances qu'il avait pu concevoir, a pris la résolution de solliciter l'autorisation de faire construire à Pinsot une forge catalane à la manière de celles de l'Ariège. On ne

peut douter du succès d'un pareil établissement quand on aura lu cette Notice. En outre, pour juger du bénéfice qu'elle pourra donner, il suffit de comparer les dépenses qu'il faudra faire pour faire marcher une forge catalane à Pinsot, avec celles qu'exige une forge en activité dans l'Arriège.

Dans les forges de l'Arriège, le quintal de minéral (40 kilogrammes) coûte au moins 75 centimes aux forges les plus voisines des mines; dans celles qui en sont éloignées, il coûte 2 et jusqu'à 3 francs.

À Pinsot, le quintal de minéral tout grillé, rendu à la forge, ne coûte guère qu'un franc.

Dans l'Arriège, le charbon rendu aux forges coûte 3, 4 assez communément, et jusqu'à 5 francs, le sac de 40 kilogrammes. Le même poids en charbon ne coûte, à Pinsot, que 1 fr. 25 centimes.

La main-d'œuvre, fort chère dans l'Arriège, le sera beaucoup moins en Dauphiné; une fois qu'on aura formé, dans ce dernier pays, des élèves pour le traitement à la catalane.

Le cours ordinaire du fer, dans l'Arriège, est de 20 à 24 francs le quintal (40 kilogrammes): à Pinsot, il n'est guère jamais au-dessous de 27 à 28 francs.

Si, à ces diverses comparaisons, j'ajoute que les forges de l'Arriège, même celles situées le plus défavorablement, travaillent avec bénéfice, quel profit énorme n'auront pas les maîtres de forges du Dauphiné, à adopter la méthode de l'Arriège, du moins pour les minerais riches.

D E

## LA QUANTITÉ DE VENT FOURNI

PAR LES TROMPES,

MESURÉE A L'AIDE D'UNE ÉPROUVETTE

BAROMÉTRIQUE;

Par M. d'AUBUISSON, Ingénieur en chef au Corps Royal des Mines.

Les trompes dont il est ici question, sont celles employées comme machines soufflantes dans les forges et usines métallurgiques des Pyrénées, des Alpes et d'autres pays.

Sur la caisse qui sert de réservoir à l'air condensé, et par une ouverture de laquelle sort le vent, on adapte une *éprouvette barométrique*: elle consiste en un tube de verre ouvert par les deux bouts, et plié de manière à présenter trois branches verticales de quatre à cinq pouces de long, jointes par deux coudes ou branches horizontales. La première des branches verticales (qu'on a faite un peu plus longue que les autres) est adaptée au couvercle de la caisse, de manière que son orifice communique avec l'intérieur: par l'ouverture de la troisième branche, on verse du mercure, jusqu'à ce qu'il s'élève à environ deux pouces

dans cette branche ainsi que dans la seconde : il est de niveau dans les deux. Lorsque la machine soufflante est en jeu, l'air condensé dans la caisse exerce une pression sur le mercure de la seconde branche, et le force à l'élever dans la troisième : la différence de niveau du mercure des deux branches indique le degré de condensation de l'air, et se nomme *hauteur de l'éprouvette*.

Etant donnée cette hauteur, et l'orifice de la buse par laquelle l'air sort de la trompe, déterminer la quantité de vent sorti dans un tems donné, en une seconde, par exemple.

Soit  $Q$ , cette quantité ;  
 $o$ , l'ouverture de l'orifice,  
 $h$ , la hauteur de l'éprouvette,  
 $v$ , la vitesse avec laquelle l'air sort,  
 $d$ , la densité de l'air sortant ; celle de l'atmosphère voisine étant 1, il est évident que l'on aura :

$$Q = o d v.$$

Soit encore :

$b$ , la hauteur du baromètre dans l'atmosphère qui entoure la trompe,  
 $D$ , la densité du mercure par rapport à celle de l'air atmosphérique, sous la pression barométrique  $b$  ;

les densités de l'air étant comme les poids comprimans, on a :

$$d : 1 :: b + h : b, \text{ ou } d = \frac{b + h}{b}.$$

Cherchons la valeur de  $v$ . La vitesse d'un fluide, sortant par un orifice imaginé au bas d'une colonne de ce fluide, la densité étant homogène, et  $H$  étant la hauteur de la colonne, est  $\sqrt{2gH}$ ;  $g$  ( $= 9,8088$  mètres), représente l'action de la gravité. L'air de la trompe est soumis à une pression barométrique exprimée par  $b + h$ ; sa densité étant  $d$ , et celle du mercure  $D$ , il est évident que si nous supposons une colonne de cet air, ayant  $(b + h) \frac{D}{d}$  de hauteur, et qu'il y ait un orifice au bas de cette colonne, le fluide en sortira avec une vitesse égale à celle du vent sortant par la buse, puisque la pression produisant la vitesse est la même dans les deux cas; ainsi, on a ici  $H = (b + h) \frac{D}{d}$ ; or, les densités étant proportionnelles aux pressions,  $(b + h) \frac{D}{d} = b D$ ; ainsi, si l'atmosphère n'opposait aucune résistance à l'air sortant de la trompe, l'on aurait  $v = \sqrt{2gbD}$ . La résistance de l'atmosphère équivaut à l'action d'une colonne d'air qui presse moins que celle à laquelle est due la sortie de l'air dans le rapport de  $b + h$  à  $b$ ; et c'est à la différence des deux pressions qu'est réellement due la vitesse  $v$ ; ainsi on aura :

$$v = \sqrt{2gbD \left(1 - \frac{b}{b+h}\right)} = \sqrt{2gbD \frac{h}{b+h}};$$

par conséquent,

$$Q = o \times \frac{b+h}{b} \sqrt{2gbD \frac{h}{b+h}} = \frac{o}{b} \sqrt{2gbD (b+h)h}.$$

Jusqu'ici nous n'avons pas eu égard à la température. Si on se rappelle que la chaleur dilate l'air de 0,00375 par degré du thermomètre centigrade, à partir de 0°, et qu'elle dilate le mercure de 0,000185; en appelant  $t$  la température de l'air, et  $T$  celle du mercure, on a  $D$  étant pris à 0°:

$$Q = \frac{g}{b} \sqrt{2 g b D \frac{1 - 0,000185 T}{1 - 0,00375 t} (b + h) h.}$$

Vu l'état hygrométrique de l'air, il convient ici de prendre, pour coefficient de la dilatation de l'air, 0,004 au lieu de 0,00375, ainsi qu'on le fait dans la mesure des hauteurs à l'aide du baromètre. De plus, dans les usines  $T$  ne doit presque jamais différer de  $t$ ; ainsi, sans erreur sensible, on a:

$$Q = \frac{g}{b} \sqrt{2 g b D (1 + 0,0038 t) (b + h) h.}$$

D'après MM. Biot et Arago,  $b$  étant 0,76 mètr.,  $D = 10467$ ; ainsi  $2 g h D = 156050$  mètres, et

$$Q = 395 \text{ mètr. } \frac{g}{b} \sqrt{1 + 0,0038 t (b + h) h.}$$

La quantité d'air, sous un même volume, dépendant de l'état du thermomètre, et surtout de celui du baromètre, et ce dernier instrument variant beaucoup, dans son terme moyen, suivant la hauteur des lieux,  $Q$  sera beaucoup plus convenablement exprimé en poids qu'en volume. Nous produirons la transformation désirée, en observant qu'à 0° du thermomètre, et sous la pression barométrique de

0,76 mètr., un mètr. cube d'air pèse 1300 grammes, d'où l'on conclut:

$$Q = 676 \text{ kilogr. } \times 0 \sqrt{1 - 0,004 t} (b + h) h.$$

Dans l'expérience mentionnée par M. du Bosc, on a:

$$o = 0,001155 \text{ mètres carrés,}$$

$$t = 15^{\circ},$$

$$b = 0,72 \text{ mètres,}$$

$$h = 0,032 \text{ mètres,}$$

$$\text{d'où: } Q = 0,1174 \text{ kilogrammes;}$$

et, en une minute,  $Q = 7,05$  kilogrammes.

Un haut fourneau ordinaire de 8 mètres de hauteur dépense communément de 4 à 500 pieds cubes d'air par minute, ce qui fait environ 20 kilogrammes; près de trois fois autant qu'une forge catalane.

---

**ORDONNANCE DU ROI**

*Qui réunit la Direction générale des Mines  
à celle des Ponts-et-Chaussées.*

Au château des Tuileries, le 17 juillet 1815.

**LOUIS**, PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE,

A tous ceux qui ces présentes verront, SALUT.

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'Etat au département de la justice, Garde des Sceaux, ayant par *interim* le portefeuille de l'intérieur,

NOUS AVONS ORDONNÉ et ORDONNONS ce qui suit :

ART. 1. La Direction générale des Mines est et demeure supprimée.

2. Les fonctions attribuées au Directeur-général par le décret du 18 novembre 1810, seront remplies par notre Directeur-général des ponts-et-chaussées.

3. Toutes les dispositions dudit décret portant organisation du Corps royal des ingénieurs des mines, sont maintenues en ce qui n'est pas contraire à la présente ordonnance.

4. Notre Ministre Secrétaire d'Etat au département de la justice, Garde des Sceaux, ayant le portefeuille de l'intérieur, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Donné à Paris, le 17<sup>e</sup> jour du mois de juillet, l'an de grâce 1815, et de notre règne le vingt-unième.

*Signé*, LOUIS.

Par le Roi :

*Le Ministre Secrétaire d'Etat de la justice, Garde des Sceaux, chargé provisoirement du portefeuille de l'intérieur,*

*Signé*, PASQUIER.

---

**JOURNAL DES MINES.**

N<sup>o</sup>. 225. SEPTEMBRE 1815.

---

**AVERTISSEMENT.**

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines, et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte MOLÉ, Pair de France, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

---

TROISIÈME SUITE DU MÉMOIRE  
SUR LA LOI DE SYMÉTRIE;

Par M. HAÜY.

---

*Application à la Diallage.*

J'AI parlé, dans le premier article de ce Mémoire, d'un résultat d'observation, qui indique une corrélation entre l'aspect des joints naturels

Volume 38, n<sup>o</sup>. 225.

1.

dépendant du tissu qu'ils présentent à la lumière, et le rapport de leurs dimensions. Ce résultat est lié à la loi de symétrie, en ce qu'il concourt avec la forme des cristaux à indiquer si les faces primitives dont l'œil compare les reflets sont ou ne sont pas identiques, suivant que les impressions qui en résultent sur cet organe se confondent, ou refusent de s'accorder. J'ai fait voir, en parlant de la chaux anhydrosulfatée, le parti que l'on pouvait tirer de ce genre d'observation, relativement au second cas, pour en conclure une différence d'étendue entre les faces primitives qui répondent aux joints naturels. Je vais citer un nouvel exemple tiré de la diallage, qui ne serait autre chose qu'une variété d'amphibole, d'après l'opinion de M. Hausmann, ce savant d'ailleurs si distingué par l'étendue de ses connaissances (1). Voici de quelle manière il croit parvenir à mettre ces deux substances en contact l'une avec l'autre. Il fait d'abord disparaître la différence entre les angles primitifs, en supposant que les joints naturels parallèles à l'axe de la diallage, sont inclinés l'un sur l'autre de  $124^{\circ} 34'$ , et  $55^{\circ} 26'$ , comme dans l'amphibole, lorsque celui qui est ordinairement le moins apparent se montre d'une manière distincte. Mais, pour faire cadrer d'une autre part la structure de la diallage avec les observations qui donnent pour l'inclinaison des mêmes joints un angle d'environ  $95^{\circ}$ , il imagine que ces joints s'écartent plus ou moins de leur incidence normale, qui répond à  $124^{\circ} 34'$ , de manière que bien sou-

(1) *Handbuch der Mineralogie*, 1813, p. 712.

vent elle approche de l'angle droit. (1). Ainsi tout paraît se concilier à la faveur de cette hypothèse, qui accorde aux variations de l'angle primitif une latitude d'environ  $30^{\circ}$  (2).

(1) C'est cette dernière inclinaison qui est la véritable incidence normale. Il me serait facile d'expliquer, si je ne craignais de trop multiplier les détails, l'illusion qui a fait croire à M. Hausmann qu'elle dérivait de l'autre.

(2) J'ai observé aussi, vers le sommet des prismes de diallage, un joint naturel, beaucoup plus oblique que la base de la forme primitive de l'amphibole, et qui de plus fait des angles inégaux avec les deux pans les plus inclinés entre eux; au lieu que dans l'amphibole, il y a égalité parfaite entre les angles qui correspondent aux précédens. Mais, dans les principes de M. Hausmann, rien n'empêche que ce joint ne soit mobile comme ceux qui ont lieu dans le sens latéral, et n'ait commencé par une position semblable à celle de la base de l'amphibole. On peut dire même que, comme il n'y a pas de raison pour que l'inclinaison de deux joints s'arrête après  $30^{\circ}$  plutôt qu'au-delà, si elle y est entraînée par la diversité des espèces que l'on voudra faire passer l'une dans l'autre, ses excursions n'ont point d'autres limites que celles de la demi-circonférence.

Il est heureux pour la science que de tels principes soient en contradiction manifeste avec ce qu'il y a de plus rigoureusement démontré en cristallographie, je veux dire la constance des angles que font entre eux les joints naturels d'un même minéral. S'ils sont susceptibles de varier, ce n'est qu'à raison du plus ou moins de facilité de les apercevoir et de les obtenir, suivant que les corps qui les présentent sont plus ou moins modifiés par des causes accidentelles. Mais ils n'en conservent pas moins la propriété essentielle d'avoir des positions respectives invariables, et c'est même à cette propriété que sont liées l'unité de molécule intégrante, et celle du système de cristallisation, si bien établies par les applications de la théorie à toutes les variétés qu'embrasse une même espèce. Vient-on à observer un changement dans la structure, considérée sous le point de vue dont je viens de parler? Les cristaux dans lesquels ce

Mais en supposant même que cet angle fût stationnaire au point initial de sa course, comme cela a lieu dans certains individus, suivant M. Hausmann, les propriétés de la lumière nous disent que la diallage aurait encore une grande distance à franchir, pour arriver à l'amphibole. Les deux joints dont il s'agit tranchent fortement l'un à côté de l'autre par leur aspect. L'un d'eux a des reflets nacrés très sensibles dans la diallage verte, et offre dans la diallage métalloïde le genre d'éclat qu'indique ce nom, tandis que l'autre joint est beaucoup moins apparent, et n'a qu'un léger degré de luisant. Or, ce contraste entre les deux joints ne laisse aucun lieu de douter que les faces qui leur correspondent sur la molécule intégrante de la diallage ne diffèrent par leur étendue, et même qu'il n'y ait de la diversité dans l'assortiment et dans les positions des molécules élémentaires tournées vers ces joints. Il en résulte que la force de la réflexion subit à son tour une grande variation, ce qui en détermine une dans la force de la réfraction, que l'on sait avoir une grande analogie avec la réflexion (1); et ainsi

changement se manifeste, ne peuvent plus s'allier avec les premiers. Il devient indispensable de les placer dans une espèce différente, si l'on prend ce mot dans sa véritable acception, celle qui, étant suggérée par la justesse des idées et par la philosophie de la science, n'applique le mot dont il s'agit qu'à une réunion de corps déterminée par le concours de deux types, l'un géométrique, qui réside dans la forme constante des molécules intégrantes, l'autre chimique, qui dépend des principes fixes dont elles sont les assemblages.

(1) Newton, *optice lucis, Lausannae et Genevae*, 1740, p. 187 et 220.

le contraste dont j'ai parlé tient à des propriétés qui sont inhérentes à la nature intime des corps. Le passage de l'éclat nacré à l'éclat métalloïde, qui a lieu quelquefois dans une même lame de diallage (1), ne fait autre chose que modifier les qualités de cet éclat, en laissant subsister le contraste; de même à peu près qu'un son change de timbre, suivant les circonstances, en conservant le même intervalle relativement à un autre son, avec lequel il fait une dissonance. Au contraire, dans l'amphibole, les joints parallèles à l'axe peuvent être substitués l'un à l'autre, pour ainsi dire à l'insu de l'œil, qui voit des deux côtés la même vivacité de poli et d'éclat. C'est l'unisson de la lumière réfléchie. Aussi les résultats de la théorie appliquée aux lois de décroissement que subissent les bords et les angles du prisme de l'amphibole, démontrent-ils l'identité des faces qui, sur la forme primitive et sur la molécule intégrante, sont dans le sens des joints dont j'ai parlé. Les propriétés physiques se réunissent donc aux caractères tirés de la géométrie des cristaux, pour opposer un obstacle invincible au rapprochement de la diallage avec l'amphibole. Je ne dois pas omettre, en terminant cette discussion, que la différence d'aspect que présentent les joints de la diallage a été remarquée par M. Hausmann; mais il suffit de parcourir le Manuel de ce célèbre minéralogiste, pour juger que les considérations qui se déduisent de la loi de symétrie ont entièrement échappé à son attention.

(1) *Tableau comparatif*, p. 191.

*Application au Cuivre Diophtase.*

Les substances dont la forme primitive diffère du prisme droit et du prisme rhomboïdal oblique, auxquels se rapporte tout ce que j'ai dit jusqu'à présent, peuvent également fournir des applications de la loi synétrique. Je me bornerai à deux exemples, dont le premier sera tiré du rhomboïde considéré comme noyau du cuivre diophtase.

La seule variété de ce minéral qui ait été observée jusqu'ici est celle que représente la fig. 34, pl. VIII, et que j'ai décrite dans mon *Traité* (1). Lorsqu'il commença à être connu en France, un minéralogiste qui en avait reçu un cristal, s'empessa d'en faire une variété d'émeraude, et le regarda même comme offrant la forme primitive de cette substance (2). Mais outre que la division mécanique s'opposait à cette manière de voir, en indiquant le prisme hexaèdre régulier pour la forme primitive de l'émeraude, la loi de symétrie aurait suffi pour faire reconnaître que le cuivre diophtase, ramené à la fonction de forme secondaire, la seule qui pût lui convenir, était incompatible avec l'émeraude dans un même système de cristallisation. Car les faces  $r, r$ , du sommet résulteraient nécessairement d'un décroissement sur les angles de la base du prisme dont les pans, considérés comme primitifs répondraient à  $s, s$ ; ou bien il

(1) Tome III, p. 138.

(2) L'auteur trouvait aussi que son cristal d'émeraude avait la forme de la *tourmaline*. *Journal de Physique*, tom. XLII, p. 154.

faudrait supposer que ces pans, n'étant que secondaires, fussent le résultat d'un décroissement par une rangée sur les bords verticaux d'un autre prisme, qui deviendrait la forme primitive; et dans cette hypothèse les faces  $r, r$ , naîtraient d'un second décroissement, qui aurait lieu sur les bords de la base de ce nouveau prisme. Or, comme ces faces sont seulement au nombre de trois vers chaque sommet, le décroissement dérogerait, dans l'un et l'autre cas, à la loi de symétrie, en n'agissant que sur trois angles ou sur trois bords de la base, pris alternativement, quoique tous les bords ou tous les angles fussent identiques. Il est d'ailleurs évident que ni le prisme quadrangulaire, soit droit, soit oblique, ni l'octaèdre, ni le tétraèdre, ne sont susceptibles de donner naissance aux faces  $r, r$ , en vertu d'un décroissement soumis à la loi de symétrie. Le dodécaèdre rhomboïdal n'est pas plus admissible comme forme primitive, parce que dans cette hypothèse le cuivre diophtase serait semblable à ce dodécaèdre lui-même, ce que ne permettent pas de supposer les valeurs des angles que font entre elles les faces  $r, r$ , et qui sont de  $93^{\text{d}} 35'$ , au lieu d'être de  $120^{\text{d}}$ , comme cela serait nécessaire.

L'aspect du dodécaèdre dont il s'agit indique donc par lui-même et indépendamment de toute autre considération, que sa forme primitive ne peut être qu'un rhomboïde. Le nombre six s'applique à ses faces latérales  $s, s$ , à ses faces terminales  $r, r$ , à ses bords supérieurs  $\gamma, \gamma$ , ou aux bords opposés  $\delta, \delta$ , ou enfin à ses bords verticaux  $\zeta, \zeta$ ; et ce nombre empreint, pour ainsi dire, sur toute sa surface, lui désigne

pour noyau l'espèce de solide, qui est comme caractérisée par la répétition du même nombre sur toutes ses parties. C'est à la division mécanique qu'il appartient de décider si ce rhomboïde est celui auquel répondent les faces  $r, r$ , ou quelque autre rhomboïde, qui le produirait comme forme secondaire. J'ai reconnu que c'était ce dernier cas qui avait lieu, et que le rhomboïde primitif avait ses faces situées parallèlement aux arêtes  $\gamma, \gamma$ ; d'où il suit que les faces  $r, r$  naissent du décroissement E' 'E (fig. 35)

et les faces  $s, s$  (fig. 34) du décroissement D (fig. 35). Le rhomboïde dont il s'agit étant très-différent de ceux qui appartiennent à d'autres substances, il en résultait que celle qui le présente constituait une espèce particulière. La chimie pouvait seule indiquer le genre dans lequel on devait la placer. Une analyse approximative faite par M. Vauquelin, avec l'habileté qu'on lui connaît, sur une très-petite quantité de cette substance, donnait lieu de présumer que quand sa nature serait mieux connue, elle irait se ranger parmi les mines de cuivre. La grande quantité de ce métal qu'on en a retirée dans d'autres analyses, m'a déterminé à lui assigner cette place, en conservant le nom de *diopase* comme épithète, jusqu'à ce que ses principes composans aient été déterminés avec une précision suffisante.

#### *Application à l'Antimoine sulfuré.*

J'ai choisi de préférence cette substance métallique, pour en faire le sujet d'une application de la loi de symétrie à la forme de l'octaè-

dre, parce qu'elle me fournira l'occasion d'exposer ici les résultats auxquels m'a conduit un nouvel examen des cristaux qui appartiennent au même minéral.

Je m'étais borné dans mon Traité (1), à prouver que l'octaèdre qui résulte du prolongement des faces terminales, dans la variété sexoctonale représentée (fig. 36), n'était pas le régulier. La division mécanique m'a fait reconnaître depuis que cet octaèdre faisait ici la fonction de forme primitive (2).

Ce même octaèdre approche beaucoup du régulier, comme je l'avais remarqué. Je vais donner un plus grand développement aux considérations qui démontrent que non-seulement il en diffère, mais que toutes ses faces sont des triangles scalènes. Soit *fp* (fig. 37) ce même octaèdre; la proposition sera vraie, si les trois quadrilatères *dhtm*, *fhpm*, *dfip* sont des rhombes. Or, c'est ce qu'il est d'abord facile de prouver pour le quadrilatère *dhtm*. Car supposons, s'il est possible, qu'il soit un carré (3), auquel cas les quatre angles solides *d, t, m, h*, seront identiques. La loi de symétrie exigera donc qu'un décroissement qui agirait autour des angles *m, h*, se répète sur les angles *d, t*, ce qui n'a pas lieu dans la variété sexoctonale (fi. 36), où les deux derniers angles sont libres

(1) Tome IV, p. 268 et suiv.

(2) Cet octaèdre se sous-divise par des sections situées en divers sens, qui compliquent le mécanisme de sa structure, mais dont la théorie peut faire abstraction.

(3) Il ne peut être un rectangle, parce que les triangles *dfh, tfh*, sont égaux et semblables.

de tout décroissement. S'ils en subissent un, en même tems que les angles  $m$ ,  $h$ , dans la variété dioctaèdre (fig. 38), c'est parce que la cristallisation étant, pour ainsi dire, indifférente au concours des deux lois ou à leur isolement, rien ne s'oppose à ce qu'elle fournisse des exemples de l'un et l'autre cas. Ainsi le quadrilatère  $dhum$  (fig. 37) ne peut être qu'un rhombe.

En comparant de même les quatre angles solides  $d$ ,  $t$ ,  $f$ ,  $p$  (fig. 37), dont les deux premiers subissent, dans la variété dioctaèdre (fig. 38), un décroissement d'où naissent les faces  $o$ , et qui ne se répète pas sur les deux autres angles  $f$ ,  $p$  (fig. 37), on en conclura que le quadrilatère  $dfip$  ne peut être qu'un rhombe. Le même raisonnement se déduit de l'existence solitaire des faces  $n$  (fig. 36) sur les angles  $h$ ,  $m$  (fig. 37), rapportées au quadrilatère  $fhpm$ , pour démontrer que celui-ci est encore un rhombe. J'ai dans ma collection d'autres cristaux d'antimoine sulfuré, d'une forme plus composée, dans lesquels les sommets sont modifiés par diverses facettes, dont les analogues manquent sur les parties latérales, ce qui vient à l'appui des raisonnemens précédens, pour prouver que les trois quadrilatères sont des rhombes.

L'observation de la structure s'accorde avec les indications de la forme extérieure. L'octaèdre est divisible par des plans parallèles aux trois rhombes. Le joint qui répond au rhombe  $dfip$  est très-net, et a l'éclat et le poli d'un miroir; un autre qui est dans le sens du rhombe  $fhpm$  est beaucoup moins net, et le troisième,

qui est perpendiculaire à l'axe et situé parallèlement au rhombe  $dhtni$ , est encore moins facile à apercevoir (1).

J'ajouterai ici les résultats de ma détermination, relativement aux dimensions de l'octaèdre, et aux décroissemens qui produisent les deux formes secondaires que j'ai citées. J'ai obtenu un accord satisfaisant entre la théorie et l'observation, en adoptant pour les demi-diagonales  $cd$ ,  $cf$ ,  $ch$  des trois rhombes, le rapport des quantités  $\sqrt{26}$ ,  $\sqrt{27}$ ,  $\sqrt{28}$ . D'après ces données on trouve pour l'incidence de P sur P (fig. 39),  $107^{\circ} 56'$ ; pour celle de P sur la face de retour,  $110^{\circ} 58'$ , et pour celle de P sur P',  $109^{\circ} 24'$ .

Dans l'antimoine sulfuré sexoctonal (fig. 36),

dont le signe est  $\begin{matrix} P & D & I \\ P & s & n \end{matrix}$ , on aura : incidence de P sur  $s$ ,  $144^{\circ} 42'$ ; de  $s$  sur  $s$ ,  $87^{\circ} 54'$ ; de  $s$  sur  $n$ ,  $133^{\circ} 57'$ ; et dans la variété dioctaèdre, (fig.

38), qui a pour signe  $\begin{matrix} P & E & D & I \\ P & o & s & n \end{matrix}$ , on aura de plus : incidence de  $o$  sur  $s$ ,  $136^{\circ} 3'$ .

(1) La différence qui a lieu, sur-tout entre le premier joint et les deux autres, est beaucoup plus considérable que celle qui existe entre les étendues des rhombes auxquels ces joints sont parallèles. Mais nous n'avons aucun moyen d'expliquer cette disproportion, qui offre ici un cas peu ordinaire, faute de connaître les fonctions qu'exercent les molécules les unes à l'égard des autres, et d'où dépendent leurs distances et les divers élémens de la structure qui échappent à nos observations. Cette disproportion a du moins l'avantage de faire ressortir ici d'une manière plus tranchée les conséquences déduites de la loi de symétrie.

La détermination de la forme primitive de l'antimoine sulfuré, publiée par M. Bernhardt (1), se rapproche beaucoup de celle que je viens d'exposer. Mais elle a l'inconvénient de ne pas s'accorder avec la loi de symétrie, en ce que ce savant cristallographe y suppose que les lignes *cf*, *ch* (fig. 37) sont égales, d'où il suit que le quadrilatère *fhpm* est un carré (2). J'ajouterai une nouvelle considération qui s'oppose à cette hypothèse; c'est que, si elle était admissible, la ligne *dt* deviendrait l'axe de cristallisation. Mais l'allongement des cristaux qui a lieu, au contraire, dans le sens de *fp*, prouve que c'est cette dernière ligne qui fait la fonction d'axe. Je ne connais même aucune substance dont les cristaux aient une tendance plus marquée à prendre une forme élancée dans le même sens. Ainsi, tout concourt à prouver que le rapport entre les dimensions du solide primitif est celui que j'ai indiqué (3).

(1) *Taschenbuch für die gesammte Mineralogie*, etc., von Carl Caesar Leonhard, tome III, p. 86 et suiv.

(2) Suivant M. Bernhardt, chacune des lignes *cf*, *ch*, est à la ligne *cd* comme  $\sqrt{13}$  est à  $\sqrt{12}$ , ce qui donne pour l'incidence de P sur P,  $107^{\text{d}} 18'$ , au lieu de  $107^{\text{d}} 56'$ , et pour celle de P sur la face de retour et de P sur P',  $110^{\text{d}} 34'$ , au lieu de  $110^{\text{d}} 58'$  d'une part, et  $109^{\text{d}} 24'$  de l'autre. Les valeurs qui dérivent de mes résultats m'ont paru plus conformes aux mesures mécaniques.

(3) M. le comte de Bournon a conclu de ses recherches une détermination de la même forme qui diffère totalement de la mienne, mais qui ne s'accorde ni avec les indications de la structure, ni à beaucoup près avec la mesure des angles (*Catal.*, p. 398 et suiv.). Cette forme serait celle d'un prisme à base rectangle (fig. 40), dans lequel les côtés B, C, C, suivraient le rapport des nombres 24; 16, 8 et 21,

Je me borne à cet exemple, parmi tous ceux que je pourrais citer, et qui font voir l'utilité des considérations de ce genre, pour indiquer des différences qui, par elles-mêmes, sont im-

rapport qui, ramené à une expression plus simple que celle qu'a donnée M. de Bournon, devient celui des nombres 8; 5, 6 et 7, ou 40; 28 et 35, en supprimant la décimale au second terme. La quatrième modification citée par M. de Bournon offre des faces qui résultent, selon lui, du dé-

croissement A, et qui répondent aux faces P, P (fig. 36). Il n'a calculé que l'incidence mutuelle des faces, prises de deux côtés opposés, comme *hft* et *dfm* (fig. 37). Il indique pour cette incidence un angle de  $69^{\text{d}} 48'$ , dont la différence n'est que de  $48'$  avec  $70^{\text{d}} 36'$ , qui est la mesure à laquelle je suis parvenu. Je n'ai pu obtenir la sienne, qu'en me permettant d'introduire une fausse ligne dans la construction du triangle mesurateur. Mais sans cette faute, M. de Bournon aurait trouvé  $66^{\text{d}} 28'$ , c'est-à-dire, une quantité trop faible de  $4^{\text{d}} 8'$ . La différence est bien plus grande entre les autres incidences, d'après ma théorie, et leurs analogues, telles que M. de Bournon les aurait déduites de ses données, s'il avait pris la peine de les calculer. Il aurait eu pour celle de P sur P (fig. 36),  $122^{\text{d}} 40'$ , au lieu de  $107^{\text{d}} 56'$ , qui est ma mesure, et pour celle de P sur la face de retour,  $93^{\text{d}} 30'$ , au lieu de  $108^{\text{d}} 58'$ . Or, le goniomètre donne très-sensiblement les angles auxquels je suis parvenu, et dont la différence est d'environ  $15^{\text{d}}$  avec ceux qui résultent des données admises par M. de Bournon, ce qui prouve la nécessité indispensable où se trouve le cristallographe, dans les cas de ce genre, de se procurer des moyens certains de vérification, en calculant plusieurs incidences, qui dépendent les unes des autres.

M. de Bournon ajoute (p. 402), que la pyramide à laquelle appartiennent les faces P, P (fig. 36), et dont l'angle du sommet est, selon lui, de  $69^{\text{d}} 48'$ , c'est-à-dire, bien près de celui qui lui correspond sur l'octaèdre régulier, et qui est de  $70^{\text{d}} 32'$ , a fait présumer que ce dernier octaèdre pouvait être le cristal primitif de l'antimoine sulfuré. Mais l'alu-

perceptibles à l'œil, et qui exigent beaucoup d'attention pour être saisies par les mesures mécaniques. L'influence de la loi de symétrie agrandit ces différences, en faisant ressortir par des contrastes les parties analogues à celles que la cristallisation n'a diversifiées que par des nuances.

sion ne provenait pas seulement de l'analogie qui résulte entre les deux octaèdres, de l'incidence dont il s'agit; elle était fortement aidée par l'accord entre les inclinaisons des faces adjacentes, telles que P, P, qui sont de  $109^{\text{d}} 32'$ , dans l'octaèdre régulier, et varient peu autour de cette limite dans l'octaèdre de l'antimoine sulfuré. Si ces dernières étaient les unes de  $122^{\text{d}} \frac{2}{3}$ , et les autres de  $93^{\text{d}} \frac{2}{3}$ , comme le veut la théorie de M. de Bournon, aucun observateur n'aurait été séduit par la ressemblance.

---



---

## QUELQUES DÉTAILS

*Sur un passage de Dublin à Londres, dans un bâtiment mû par une machine à vapeur; communiqués au Professeur PICTET, l'un des Rédacteurs de la Bibliothèque Britannique;*

Par M. ISAAC WELD.

(Traduction) (1).

L'IDÉE d'appliquer la force élastique de la vapeur de l'eau à mettre en mouvement des embarcations, est probablement d'origine écossaise. En 1791, M. Clarke montra à Leith un bateau que l'action de la vapeur faisait mouvoir; et bientôt après, à Glasgow, un autre bâtiment, mû par la même force, attira l'attention d'un public nombreux. Non-seulement il voguait avec une grande vitesse, mais il menait en toue un gros bricq sur la rivière Clyde. Ce fait est rapporté dans un petit volume, intitulé: *Description de Glasgow*, et qui renferme les annales de la ville. Cependant il ne paraît pas qu'on ait tiré parti de cette invention autrement que comme objet de curiosité et d'expériences, jusqu'à l'année 1800, époque à laquelle les Américains établirent, sur la rivière du Nord, entre New-York et Albany, des pa-

---

(1) Cette traduction est extraite de la *Bibl. Brit.*

quebots réguliers à vapeur. On imita leur exemple en Canada, sur le fleuve St.-Laurent, comme aussi dans divers lieux de l'Angleterre; mais, à l'exception de Glasgow, où j'apprends qu'il y a actuellement seize à dix-sept bâtimens à vapeur qui naviguent régulièrement sur la Clyde, cette belle et précieuse invention ne semble pas avoir reçu tout l'encouragement qu'elle méritait.

On ne voit encore actuellement sur la Tamise que deux bateaux à vapeur, dont l'un, amené de Glasgow, est celui sur lequel j'ai fait le voyage que je vais décrire.

Ce bâtiment, nommé d'abord l'*Argyle*, avait été employé pendant près d'une année à transporter les voyageurs de Glasgow à Greenock, lorsqu'il fut acheté par une compagnie de Londres, qui le destina au même usage sur la Tamise, entre cette capitale et Margate; on changea alors son nom en celui de *Tamise*. On regardait ce bâtiment comme le meilleur voilier de tous ceux qui avaient été construits sur la Clyde, et la préférence en sa faveur était si décidée, que les passagers retardaient volontiers leurs départs d'une heure ou deux pour partir avec lui. On m'a dit que, dans le cours de l'année, ce bateau avait gagné à ses propriétaires, non-seulement 2500 liv. st. qu'il leur avait coûté; mais qu'ils l'avaient vendu à la compagnie de Londres 3000 liv. st., c'est-à-dire, 500 livres sterling de plus que sa valeur première. Ce bâtiment, exclusivement destiné au transport des passagers, est intérieurement distribué le plus commodément possible pour cette destination; il y a deux grandes pièces ou cabinets, l'une,

à

à prix inférieur est à l'avant, et l'autre, qu'on paie plus cher, est du côté de l'arrière; la machine à vapeur les sépare. Ce dernier appartement est meublé d'une manière très-élégante, tapissé en étoffe écarlate, garni de sofas, de chaises à la grecque, de glaces, de tapis de Flandre; on y trouve une bibliothèque d'une soixantaine de volumes bien choisis (1).

La machine à vapeur occupe le milieu du bâtiment; la chaudière est à droite en regardant l'avant, ou à tribord; le cylindre et le volant faisaient contrepoids à gauche ou à bas-bord. La force de la machine était estimée équivalente à quatorze chevaux (2). Le jeu du piston met en mouvement de chaque côté du bâtiment, par un bras à manivelle, une roue verticale à aubes, fort ressemblante à celles des moulins que l'eau frappe en dessous, à la différence pour l'effet, que dans les moulins, le courant de l'eau fait tourner la roue, et met en action le mécanisme intérieur; tandis qu'ici, c'est la vapeur qui met en mouvement les roues,

(1) Les diverses compagnies qui font en Ecosse l'entreprise de ces bâtimens, se piquent d'un luxe de plus en plus recherché dans leur ameublement. L'été dernier, le public de Londres fut invité, par un avis inséré dans les papiers, à visiter un *Smack* de Leith qui venait d'arriver; la cabine était tendue en velours cramoisi; les ottomanes, les coussins étaient garnis de la même étoffe, et on y avait étalé tout le luxe des salons modernes.

(2) La force d'un cheval est l'unité de convention adoptée pour désigner l'action de ces machines; et leur devis de construction monte ordinairement à autant de fois 50 liv. st. qu'elles représentent de chevaux.

dont les aubes frappant l'eau comme autant de rames verticales, prennent, sur le liquide, leur point d'appui, et font marcher leur centre, c'est-à-dire, le bateau lui-même en avant. Ces roues ont environ onze pieds de diamètre, et elles plongent dans l'eau d'environ un quart de leur rayon; plus ou moins, selon les circonstances. Leur largeur est d'environ trois pieds six pouces; et elles sont fabriquées de tôle épaisse. Pour éviter le bruit désagréable provenant du clapotage des aubes à leur entrée dans l'eau, lorsque leur plan est parallèle à l'axe de la roue, ou perpendiculaire au plan de son mouvement, on a disposé obliquement ces aubes, de manière que chacune, entrant dans l'eau par un angle, coupe le liquide au lieu de le frapper en s'enfonçant; cette obliquité alterne, pour chaque aube, également de part et d'autre du plan de la roue, de manière que l'action moyenne reste la même que si le plan des aubes était perpendiculaire à celui de la roue; cette disposition oblique donne aux aubes une prise plus douce et plus uniforme; et, lorsqu'on approche l'oreille de la cage qui enveloppe les roues, on n'entend qu'un murmure ou gazouillement léger. Il n'y a rien de désagréable dans le mouvement de la machine en général; on l'entend à peine lorsqu'elle a été récemment huilée; ensuite les coups de piston commencent peu à peu à se faire apercevoir; et, lorsqu'on est assis dans la cabine, ou appuyé contre quelque partie du bâtiment, on ressent un léger tremblement semblable à celui que produit l'action des rames, mais moins marqué et plus uniforme. Lorsqu'on écrit, la plume

éprouve comme une sorte de vibration qui n'affecte pas sensiblement l'écriture.

La vitesse de la circonférence des roues est de vingt milles (6 lieues deux tiers) à l'heure; et celle du bâtiment, lorsque l'eau est peu agitée, est d'environ un tiers de celle des roues, c'est-à-dire, 6 deux tiers de mille à l'heure. La vitesse moyenne de celui dans lequel j'ai voyagé de Dublin à Londres (comme on le verra ci-après) a été d'environ 7 un cinquième de mille par heure; mais, lorsque le vent était favorable, nous avons toujours ajouté la voile. Avec un bon vent et une mer qui n'est pas trop agitée, on peut estimer la vitesse moyenne du bâtiment à 11 ou 12 milles à l'heure. Les roues ne sont pas placées précisément au milieu de sa longueur, mais entre la demie et les deux tiers du côté de l'avant. Cette longueur totale est d'environ 90 pieds, et sa largeur, au milieu du tillac, est de 14 pieds; mais il paraît beaucoup plus large par l'effet d'une galerie qui se projette en dehors, de part et d'autre, et qui est garnie en dessous de manière à ne former qu'une surface continue avec le corps du bâtiment. On peut, au moyen de cette galerie, en faire le tour entier, excepté là où elle est interrompue par la cage des roues, qui s'élève de quatre à cinq pieds au-dessus du plan de la galerie, et où cette cage forme comme un boulevard autour de cette partie du bâtiment. Les croisées de la cabine s'ouvrent sur la galerie, et non immédiatement sur l'eau. Le port du bâtiment est de soixante-quinze tonneaux.

La fumée qui s'échappe du feu très-violent qu'on entretient sous la chaudière de la machine

dont les aubes frappant l'eau comme autant de rames verticales, prennent, sur le liquide, leur point d'appui, et font marcher leur centre, c'est-à-dire, le bateau lui-même en avant. Ces roues ont environ onze pieds de diamètre, et elles plongent dans l'eau d'environ un quart de leur rayon; plus ou moins, selon les circonstances. Leur largeur est d'environ trois pieds six pouces; et elles sont fabriquées de tôle épaisse. Pour éviter le bruit désagréable provenant du clapotage des aubes à leur entrée dans l'eau, lorsque leur plan est parallèle à l'axe de la roue, ou perpendiculaire au plan de son mouvement, on a disposé obliquement ces aubes, de manière que chacune, entrant dans l'eau par un angle, coupe le liquide au lieu de le frapper en s'enfonçant; cette obliquité alterne, pour chaque aube, également de part et d'autre du plan de la roue, de manière que l'action moyenne reste la même que si le plan des aubes était perpendiculaire à celui de la roue; cette disposition oblique donne aux aubes une prise plus douce et plus uniforme; et, lorsqu'on approche l'oreille de la cage qui enveloppe les roues, on n'entend qu'un murmure ou gazouillement léger. Il n'y a rien de désagréable dans le mouvement de la machine en général; on l'entend à peine lorsqu'elle a été récemment huilée; ensuite les coups de piston commencent peu à peu à se faire apercevoir; et, lorsqu'on est assis dans la cabine, ou appuyé contre quelque partie du bâtiment, on ressent un léger tremblement semblable à celui que produit l'action des rames, mais moins marqué et plus uniforme. Lorsqu'on écrit, la plume

éprouve comme une sorte de vibration qui n'affecte pas sensiblement l'écriture.

La vitesse de la circonférence des roues est de vingt milles (6 lieues deux tiers) à l'heure; et celle du bâtiment, lorsque l'eau est peu agitée, est d'environ un tiers de celle des roues, c'est-à-dire, 6 deux tiers de mille à l'heure. La vitesse moyenne de celui dans lequel j'ai voyagé de Dublin à Londres (comme on le verra ci-après) a été d'environ 7 un cinquième de mille par heure; mais, lorsque le vent était favorable, nous avons toujours ajouté la voile. Avec un bon vent et une mer qui n'est pas trop agitée, on peut estimer la vitesse moyenne du bâtiment à 11 ou 12 milles à l'heure. Les roues ne sont pas placées précisément au milieu de sa longueur, mais entre la demie et les deux tiers du côté de l'avant. Cette longueur totale est d'environ 90 pieds, et sa largeur, au milieu du tillac, est de 14 pieds; mais il paraît beaucoup plus large par l'effet d'une galerie qui se projette en dehors, de part et d'autre, et qui est garnie en dessous de manière à ne former qu'une surface continue avec le corps du bâtiment. On peut, au moyen de cette galerie, en faire le tour entier, excepté là où elle est interrompue par la cage des roues, qui s'élève de quatre à cinq pieds au-dessus du plan de la galerie, et où cette cage forme comme un boulevard autour de cette partie du bâtiment. Les croisées de la cabine s'ouvrent sur la galerie, et non immédiatement sur l'eau. Le port du bâtiment est de soixante-quinze tonneaux.

La fumée qui s'échappe du feu très-violent qu'on entretient sous la chaudière de la machine

à vapeur, feu qui consumé environ deux tonnes et un quart de houille de Whitehaven en vingt-quatre heures (1); cette fumée, dis-je, s'éleve dans un gros tuyau cylindrique de fer battu très-épais; ce canal fait en même temps l'office de mât, et porte à sa vergue une grande voile carrée. La partie inférieure de ce *mât-cheminée* était si chaude qu'on ne pouvait en approcher; mais la voile ne courait aucun risque, et on n'en avait point non plus à craindre du foyer entretenu sous la chaudière. Le fourneau qui le contenait reposait sur des briques fortement assemblées par des bandes de fer, et les parois intérieures du bâtiment étaient revêtues en tôle. Mais la chaleur autour du fourneau était presque insupportable pour toute personne qui n'y était pas habituée. Cependant le tiseur demeurait à son poste pendant un nombre d'heures consécutives, et jamais plus de cinq minutes en repos; il était constamment occupé à tisonner sous la grille pour entretenir l'accès libre de l'air, et empêcher la houille de se former en grâteaux qui obstruent son passage; il fallait aussi tisonner en dedans, et jeter de tems en tems, et peu à la fois, du nouveau combustible par pelletées. Cette manipulation est essentielle pour maintenir l'activité uniforme du foyer. On apercevait l'effet de cette chaleur constante, dans la contraction de toutes les pièces

(1) Le fourneau de la chaudière consumait trois tonnes de houille d'Ecosse dans les 24 heures; on a trouvé que celle de Whitehaven et de Workington durait plus longtemps, et que celle de Sivansea possédait cette qualité dans un degré encore plus éminent.

de bois environnantes, et en particulier des pièces du plancher du pont; mais le corps du bâtiment n'en était nullement affecté.

Indépendamment de la voile carrée dont j'ai parlé, on en mettait une triangulaire au mât de beaupré que portait la proue, et une troisième voile au grand mât, qu'on pouvait dresser ou baisser à volonté.

On avait peint en dehors de la galerie dix-huit grands sabords; et l'aspect du bâtiment était si formidable à tous ceux pour qui il était un objet nouveau, que plusieurs capitaines de frégate nous ont affirmé que s'ils l'eussent rencontré à la mer pendant la guerre, ils auraient cherché à le reconnaître avant de s'en approcher.

Le commandement du navire avait été donné à M. G. Dodd, jeune homme fort résolu, qui était allé à Glasgow exprès pour l'amener à Londres. Il avait fait son apprentissage dans la marine anglaise, et il s'était distingué ensuite comme ingénieur civil, architecte, et même topographe. Son équipage se réduisait à un contre-mâitre, quatre matelots du premier ordre, un ingénieur-forgeron, un tiseur, et un mousse. C'était la première embarcation de cette espèce qu'on eût jamais osé hasarder sur la mer orageuse qui termine le canal de Saint-George, en doublant le cap Léopard; mais plein de confiance en son bâtiment et son équipage, il mit hardiment à la mer (1).

(1) Le second bâtiment à vapeur dont j'ai fait mention comme navigant sur la Tamise, y a été amené de Glasgow; et un troisième, du même genre, est venu d'Ecosse à Hull; mais ils étaient d'une construction différente de

Le commencement de son voyage ne fut pas heureux ; le tems était fort dérangé ; et dans le canal étroit qui sépare l'Ecosse de l'Irlande, la mer est quelquefois terrible, par la rencontre du reflux de la marée avec la forte houle qui vient de l'océan Atlantique. Après avoir vainement tenté d'avancer, il fut forcé de chercher un abri à Loch Ryan. Une seconde tentative ne réussit guère mieux que la première ; il gagna cependant la côte d'Irlande, mais là il faillit perdre son bâtiment par l'ignorance, ou la maladresse d'un pilote, qui, prenant un Cap pour un autre, risqua de le jeter à la côte. Le capitaine Dodd m'a affirmé, qu'aucune force que celle de la vapeur n'aurait pu pousser le bâtiment contre vent et marée, et le sauver du milieu des écueils. Il fit une halte à Dublin pour reposer son équipage, et examiner la mécanique de l'appareil à vapeur.

Le 25 mai, j'appris par un pur hasard, l'arrivée d'un bâtiment à vapeur à Dublin ; je cherchais de suite à le voir, et je le trouvai prêt à partir, avec un grand nombre de curieux, pour montrer sa marche dans la baie. Je fus si enchanté de ce dont je fus té-

---

celui-ci ; on pouvait en ôter les roues motrices, et on m'a dit qu'ils avaient été amenés par la côte orientale de l'Angleterre, à voiles seulement, et par un beau tems. S'il en est ainsi, le bâtiment la *Tamise* peut réclamer l'honneur d'avoir été le premier qui ait sillonné la haute mer, mû par la vapeur ; et il est certainement le premier de son espèce qui ait doublé le cap qui termine l'Angleterre à l'Ouest, ou le *Land's End*.

moins, et de ce que j'appris de son passage de Glasgow à Dublin, qu'ayant eu l'intention de passer à Londres, je pris de suite la résolution de tenter l'aventure du voyage, en faisant le tour de la partie méridionale de l'Angleterre ; et le dimanche suivant, 28 à midi, nous mîmes à la mer. Plusieurs personnes s'embarquèrent avec nous par curiosité, et seulement pour traverser la baie et aborder à Dunleary, à sept milles de distance ; malheureusement la mer était fort grosse ; et le roulis du bâtiment donna un violent mal de mer à presque tous les passagers. Nous avions à bord quelques officiers de marine, qui s'accordaient à dire que ce bâtiment ne soutiendrait pas long tems une grosse mer, et qu'il y aurait beaucoup de danger à s'aventurer loin de la côte. Cependant, rien n'avait souffert dans ce passage, et le bâtiment avait fait route au milieu des vagues en bien moins de tems qu'il ne l'aurait fait le meilleur voilier. La crainte que témoignaient ces marins ne serait-elle point l'effet d'une prévention peu raisonnée contre une forme de bâtiment inusitée ? Ma femme avait eu le courage de m'accompagner : jeme lui dissimulai point l'opinion que j'avais entendue énoncer et débattre ; mais, quoiqu'elle eût beaucoup souffert, comme bien d'autres, des angoisses si pénibles du mal de mer, elle persista dans l'intention de me suivre ; et le soir, après avoir passé quelques heures à terre chez un de nos amis, nous remîmes en mer, seuls passagers.

Le rivage était couvert de plusieurs milliers de spectateurs, qui nous souhaitaient un heureux voyage, à mesure que nous avançons dans

la magnifique baie qui s'étend jusqu'à l'île Dakkey; la mer était très-calme, et nous comptions sur une navigation très-agréable pour la nuit; mais, lorsque nous fûmes hors de l'abri de la côte, nous retrouvâmes une mer très-houleuse. Cependant, passé le premier jour, ma femme, très-heureusement, ne souffrit plus du mal de mer. En effet, le mouvement du vaisseau différait absolument de celui d'une embarcation poussée par des voiles ou des rames; l'action des roues sur l'eau, de part et d'autre, prévenait le roulis; le bâtiment ne plongeait jamais de l'avant, et il flottait sur le sommet des vagues comme un oiseau de mer. Le mouvement le plus désagréable avait lieu lorsque les vagues prenaient le bâtiment par le travers; mais, ici encore, sa construction particulière lui procurait un grand avantage; car, les cages qui renfermaient les roues agissaient comme autant de bouées, ou d'allèges, qui contribuaient à tenir le bâtiment à flot. Dans ces occasions, l'arrivée brusque de l'eau dans la cage du côté du vent, et la compression soudaine de l'air causaient un bruit alarmant, et un choc semblable à celui qu'on éprouve d'une mer houleuse. Après avoir reçu ce choc d'un côté, on en éprouvait ordinairement un autre, en façon de réaction du côté opposé; puis un troisième beaucoup plus faible du premier côté, après quoi le bâtiment conservait un mouvement régulier pendant quelques minutes. Je ne me rappelle pas d'avoir éprouvé plus de trois de ces secousses en succession rapide, et leur effet constant était de faire cesser le roulis, qui dure quelquefois si long-tems dans les bâtimens

voiliers (1). On ne peut nier qu'elles ne fussent inquiétantes au premier moment par le bruit qui les accompagnait, et par leur force de percussion qui faisait trembler tout le bâtiment, mais il n'en résultait aucun inconvénient durable; au contraire, l'équilibre se rétablissait de suite; et, pendant tout le voyage, le bâtiment a fait, comme le disent les matelots, *route sèche*, c'est-à-dire, qu'il dansait si légèrement sur les vagues, que jamais il n'en a embarqué une seule, et que, dans tout le passage, nous n'avons pas été mouillé une seule fois, même de leur écume; exception des plus rares, et qu'on n'attendrait d'aucune des embarcations connues.

Nous laissâmes loin derrière nous tous les bâtimens sortis de Dublin par la même marée; et le lendemain, vers neuf heures du matin, nous dépassions Wexford (2). On avait remarqué, depuis les hauteurs qui dominent la ville, l'épaisse fumée (3) qui sortait de notre mât, et

(1) Il y a peu de circonstances plus dangereuses à la mer que le roulis d'un vaisseau par un calme plat, lorsqu'elle est houleuse; sur-tout si la mâture du bâtiment est le moins du monde disproportionnée en excès; ce balancement finit quelquefois par détacher les mâts; et plus d'un navire solidement construit s'est perdu par cette singulière cause; un vent léger suffit pour donner aux voiles un appui qui rétablit l'équilibre stable.

(2) Nous invitons ceux de nos lecteurs qui voudront donner à cette relation tout l'intérêt qu'elle mérite, à la lire en ayant sous les yeux la carte du canal d'Irlande et de la côte méridionale de l'Angleterre.

(3) Nous n'avons jamais été incommodés de la fumée, elle s'élevait beaucoup au-dessus de nous.

on avait conclu que le bâtiment était en feu. A l'instant tous le pilotes mirent à la mer pour voler à notre secours ; et à l'arrivée des premiers qui nous atteignirent, on pouvait deviner, à leur attitude, l'extrême surprise, mêlée de désappointement, qu'ils éprouvaient en nous voyant en très-bon état, ce qui les frustrait du droit de *salvage* (1). Le tems étant devenu très-variable, et accompagné de pluie et de tonnerre, nous entrâmes à Wexford ; le but du capitaine étant bien plus d'amener son bâtiment en très-bon état à Londres, que de lui faire faire une grande diligence, qui l'exposerait à quelques risques.

Nous remîmes à la mer vers deux heures du matin, le mardi 30 mai (2), en nous dirigeant sur le cap Saint-David (3). Pendant notre traversée du canal de Saint-Georges, une des aubes de la roue à tribord se déranga ; on arrêta la machine, et on coupa l'aube avec un ciseau d'acier. Peu d'heures après le même accident eut lieu dans l'autre roue, et on y remédia de même. On ne s'aperçut pas qu'une aube de moins à chaque roue produisît un effet sensible dans la marche du bâtiment. Heureusement, à cette époque, la mer était très-calme, et nous avions dépassé tous les écueils. Si un pareil ac-

(1) Ce droit est un dédommagement proportionné à la valeur du chargement, et qu'on donne à ceux qui ont contribué à sauver un bâtiment en détresse.

(2) J'emploie la division civile ou commune du tems, en faisant la journée de 24 heures qui commence à minuit.

(3) C'est la pointe la plus occidentale du pays de Galles méridional dans sa partie voisine de l'Irlande.

cident nous eût surpris dans certaines situations que nous éprouvâmes ensuite, il aurait pu nous être fatal. Cependant, on pouvait modérer la vitesse des roues, et même les arrêter tout-à-fait, au moyen d'un petit levier, qu'on pouvait faire agir d'un seul doigt ; on amenait ainsi, à portée de la main, telle aube de la roue qui pouvait avoir besoin d'être réparée.

Le même jour, vers deux heures après midi, nous atteignîmes la passe de Ramsay, entre l'île de ce nom et le cap Saint-David. Nous y fîmes une halte de trois heures pour huiler la machine, et donner quelques repos au tiseur, qui n'avait pas quitté un instant son poste depuis le départ de Wexford. La côte est hérissée de rochers abruptes, mais nous ne tardâmes pas à voir sortir de quelques petites criques, autour desquelles on ne voyait aucune trace d'habitations, un nombre de bateaux, dont les rameurs, nous prenant, comme à l'ordinaire, pour un bâtiment en détresse, parce que nous n'avions ni mâts de hune, ni perroquets, venaient à notre secours. Nous abordâmes à l'île de Ramsay, lieu sauvage, où un seul bâtiment sert d'abri à tous les habitans. Nous y trouvâmes du lait, du beurre frais, du fromage, des œufs, du pain, et du *crew*, espèce d'*ale*, ou bière forte, qu'on fait très-bonne dans le pays de Galles. On découvre, depuis les collines qui terminent l'île, au sud, la baie Saint-Bride, au travers de laquelle on apercevait distinctement l'effet de la lutte, entre la marée qui descendait de la passe de Ramsay en un courant étroit et turbulent, et la marée montante, de part et d'autre, dans une direction opposée.

Dans les endroits où les bords des deux courans se trouvaient en opposition, comme, par exemple, à l'entrée de la passe, les vagues étaient fort hautes, et se choquaient dans toutes les directions. Nous étions tenus de suivre ce courant étroit, qui nous procurait la seule chance de traverser la baie de Saint-Bride sans être obligés d'attendre une autre marée. Le temps avait mauvaise apparence, et l'abri qu'on peut trouver dans la passe de Ramsay est très-précaire.

La turbulence des vagues, lorsque nous leur fûmes livrés, était vraiment alarmante; nous nous trouvions souvent si bas entre deux vagues, qu'elles nous dérobaient la vue de la côte, quoique très-élevée; mais le bâtiment faisait route au travers de tous ces obstacles, de la manière la plus leste. Une petite flotte de bâtimens marchands quitta la passe, et essaya de nous suivre; mais, dans la seule traversée de la baie, nous les devançâmes tous *hull down*, c'est-à-dire, qu'à la distance où nous étions, on ne voyait plus que leur voilure, tout le corps du bâtiment étant caché par l'effet de la courbure de la mer.

De l'autre côté de la baie de Saint-Bride, on trouve, entre des rochers, un vilain et étroit passage, appelé *Jack Sound*. Le pilote nous avertit du danger qu'il y avait à tenter de le franchir, autrement qu'à mer haute, et par un bon vent; il y avait là, disait-il, un remou et des tournans, qui saisiraient le bâtiment et le porteraient sur les rochers à fleur d'eau. Le capitaine Dodd, qui connaissait la puissance de ses roues, insista pour aller en avant; ce qui nous épargnait cinq heures, et probablement

une nuit de plus à la mer. Le pilote réitéra ses remontrances, et il tremblait de frayeur; mais nous traversâmes tous ces tourbillons, rondement, et sans apparence de danger. Rien de plus effrayant cependant, que l'aspect de ces rocs, et sur-tout de ceux qu'on appelle l'*Evêque* et ses *Clercs*, et qui sont entourés d'autres formant autant de petites îles; tous sont de couleur noire; la mer venait les frapper en vagues creuses, qui résonnaient de toutes parts; ajoutez que le tems était obscur, et vous aurez quelque idée du spectacle. On croit qu'il se perd annuellement, dans ces parages, un nombre de vaisseaux, à qui la brume cache cette côte dangereuse. Notre situation là, à l'entrée de la nuit, sur un bâtiment qui n'aurait eu d'autre ressource que celle du vent pour en sortir, aurait été fort périlleuse; mais nos puissantes et infatigables roues nous tirèrent bientôt de ce danger, et nous amenèrent sains et saufs dans la rade de Milford.

En approchant de la ville, nous rencontrâmes le paquebot du roi qui sortait du port, chargé des dépêches pour Waterford, et toutes voiles au vent. Nous l'avions dépassé d'environ un quart de mille, lorsque le capitaine Dodd eut la pensée de lui remettre quelques lettres par lesquelles nous informerions nos amis, et sur-tout le bureau des postes, qui pensait déjà à se prévaloir du bateau à vapeur pour le transport des dépêches, de notre arrivée à Milford. On vira de hord, et dans peu de minutes nous atteignîmes le paquebot, et nous en fîmes le tour. Nous écrivîmes quelques mots en navigant côte à côte avec lui; puis, après les avoir remis au

capitaine, nous fîmes une seconde fois le tour de son bâtiment, et nous remîmes le cap sur Milford.

Le mercredi 31, et jeudi 1<sup>er</sup> juin, furent employés à Milford, à satisfaire la curiosité d'un nombre d'officiers de marine qu'on rendit témoins de la manœuvre; examiner l'intérieur de la machine, et à nettoyer la chaudière, opération qui n'avait pas été faite depuis le départ de Glasgow.

Il m'avait semblé qu'elle devait peu-à-peu se remplir de sel; et j'avais questionné l'ingénieur à ce sujet; mais il m'avait affirmé qu'il ne s'y en formait pas un atôme. Cependant, lorsqu'on l'ouvrit pour la nettoyer, on y trouva du très-beau sel en quantité, telle, qu'il représentait une certaine valeur. La chaudière fut nettoyée une seconde fois dans le cours du voyage, mais l'ingénieur-forgeron persista à affirmer qu'il n'y avait point de sel tant qu'elle demeurerait fermée, et qu'il ne le voyait paraître et se précipiter qu'au moment où il ouvrait la chaudière, et où il examinait à la chandelle ce qui se passait dans son intérieur.

Nous remîmes à la mer, assez tard, le jeudi soir, de conserve avec le *Myrthe*, corvette, dont le capitaine désirait voir ce que pourrait faire notre bâtiment dans une mer un peu rude; mais le vent ayant baissé, le *Myrthe* ne sortit pas de la rade. Pour marcher de front avec nous, il fut obligé de déployer toutes ses voiles jusqu'au perroquet, et alors il nous gagna quelque peu; mais lorsque nous eûmes viré de bord contre le vent pour ramener à terre quelques dames qui s'étaient embarquées avec nous

par curiosité, nous laissâmes le *Myrthe* bien loin derrière nous.

Pendant toute la matinée du vendredi, nous trouvâmes au milieu du canal de Bristol, ne voyant plus que le ciel et l'eau. Vers le soir, nous découvrîmes les côtes élevées qui terminent l'Angleterre à l'Ouest; mais le temps reprenant une mauvaise apparence, le pilote jugea qu'il y aurait de l'imprudence à entreprendre de doubler de nuit le cap de *Land's End*, et nous nous dirigeâmes vers Saint-Ives, sur la côte septentrionale, et vers l'extrémité du comté de Cornwall.

En approchant du rivage, nous vîmes une escadre de petits bateaux qui se portaient sur nous à toutes forces de rames et de voiles. On avait pris ici comme ailleurs l'alarme, en voyant un bâtiment, qu'on jugeait en feu, se diriger sur la ville; et, à l'instant, toutes les embarcations disponibles avaient été mises à l'eau: les bateaux pilotes de cette station sont, sans comparaison, les plus beaux que j'aie jamais vus. Ils portent deux voiles et six rameurs. Lorsqu'ils eurent reconnu que nous n'avions pas besoin d'eux, ils virèrent de bord, et cherchèrent à se devancer mutuellement dans le retour. Dans une carrière d'environ sept milles, nous devançâmes d'un bon mille le plus rapide de tous. Ces marins nous dirent ensuite, que notre bâtiment était le premier qu'ils eussent jamais vu, qui pût les gagner de vitesse; et qu'eux-mêmes abordaient à volonté les bâtimens de guerre et ceux de la douane, les meilleurs voiliers. Tous les rochers qui dominent Saint-Ives étaient couverts de curieux; et lorsque nous

entrâmes dans la baie, l'aspect de notre bâtiment parut causer autant de surprise aux habitans, que celui du capitaine Cook en produisit, à sa première apparition chez les insulaires de la mer du Sud. Cet effet n'était pas nouveau pour nous, car par-tout où nous avions côtoyé l'Angleterre, nous avions été l'objet du même étonnement, jusqu'à ce que les papiers publics, en annonçant la présence d'un bâtiment à vapeur dans le canal d'Irlande, et en expliquant la cause mystérieuse de nos mouvemens, diminuât la surprise à notre approche, en laissant subsister la curiosité toute entière.

Le port de Saint-Ives n'est pas à l'abri du vent du Nord-Est, et comme il commençait à souffler très-fort de ce rhumb, on trouva convenable de faire passer le bâtiment dans le port de Hale, à quatre milles de distance, où on le mit à l'ancre à l'embouchure d'une rivière, et en parfaite sûreté entre deux collines de sable. Chaque fois que nous prenions terre, nous saisissons l'occasion d'observer les objets dignes d'attention qui se trouvaient à notre portée; nous entreprîmes de traverser l'isthme à pied jusqu'à *Mount's bay*, sur la côte méridionale de Cornwall, pour examiner à notre aise les masses curieuses de roches qui forment le mont Saint-Michel, le château bâti dessus, etc.

L'acte de doubler le *Land's End* nous avait toujours été représenté comme la partie la plus difficile et la plus dangereuse du voyage; et nous nous trouvions déjà au côté méridional de ce cap formidable, tandis que notre bâtiment attendait encore un moment favorable pour

pour en faire le tour. Cependant, comme un des motifs du voyage avait été la nouveauté et la difficulté même de l'entreprise, nous résolûmes, au lieu d'attendre que le bâtiment vînt nous chercher dans notre abri, de retourner à Hale, et de braver, avec l'équipage, le danger du passage, s'il y avait quelque risque à courir.

À notre retour, le dimanche soir, 4 juin, nous remarquâmes, en approchant du rivage, une foule de personnes en mouvement; et peu d'instans après nous vîmes emporter en hâte plusieurs cadavres d'hommes et de femmes. On nous apprit qu'un bateau, qui contenait onze personnes, descendant en partie de plaisir, jusqu'à l'embouchure de la rivière, avait été entraîné par la marée et porté sur les brisans avant que personne s'aperçût du danger que couraient ces malheureuses victimes. Le capitaine Dodd était occupé dans son esquif, avec son activité ordinaire, à reconnaître l'entrée du port, lorsqu'il découvrit le bateau et sa dangereuse situation; à peine eut-il le tems de l'annoncer, et déjà le malheur était à son comble. Ce brave homme, sûr de ses quatre rameurs, s'élança hardiment avec eux jusqu'au milieu de ces brisans, et, au risque éminent de leur vie, ils parviennent à retirer des vagues quatre des naufragés qui avaient encore des signes de vie, mais dont deux seulement survécurent au funeste événement. Les autres succombèrent, malgré les soins infatigables du capitaine Dodd et de ses gens pour leur administrer les secours indiqués par la *Société humaine* (1). Il est im-

(1) C'est une société établie depuis long-tems à Londres  
Volume 38, n°. 225. N

possible que la manière dont on les transporta, la tête pendante, ait rendu plus difficile leur rappel à la vie. J'arrivai trop tard pour dire combien cette pratique était mauvaise. Parmi les neuf individus qui périrent si malheureusement, il y avait trois jeunes personnes, filles d'une veuve âgée, qu'elles faisaient vivre de leur travail. Sans avoir été témoin du désespoir de cette mère, on ne peut s'en former une idée..... mais tirons le rideau sur cette scène déchirante.

Le lundi, 5 juin, à 4 heures, le tems paraissant radouci, nous nous rembarquâmes. Mais, en doublant le cap Cornwall, le premier des deux grands promontoires qui terminent l'Angleterre à l'Ouest, nous ne tardâmes pas à voir que les apparences nous avaient trompés; une houle effroyable arrivait sur nous, de toute la profondeur de l'Atlantique, tandis que la marée qui descendait le canal de Saint-Georges, rencontrait ces vagues, et les soulevait à une hauteur qu'il semblait impossible de franchir, et également dangereux d'avoir à l'arrière, si on prenait le parti de virer de bord. Le bâtiment semblait souffrir; et les chocs répétés contre la cage des roues alarmaient le pilote, qui les entendait pour la première fois. La nuit s'approchait, et aucun port ne s'offrait à nous, sauf celui que nous avions quitté, et qui était déjà trop loin. Dans cet état de choses, le capitaine Dodd remarquant que le bâtiment naviguait mieux

---

pour encourager et diriger les efforts tendant à rappeler les noyés à la vie.

contre la vague que dans toute autre direction, fit faire une longue bordée dans ce sens, jusqu'à ce que nous fussions sortis des parages où la houle luttait contre la marée; nous prîmes de la voile, qui contribuait toujours à l'équilibre du bâtiment; et au bout de quelques heures nous eûmes enfin doublé le *Land's End* et nous trouvâmes une mer tranquille. Dès ce moment le voyage n'offrit plus rien de pénible ou de redoutable; nous étions à l'entrée du canal de la Manche, qu'on dit être toujours plus tranquille que la mer d'Irlande; le soleil brillait sur nous, la mer étincelait de lumière, et la côte déployait toutes ses beautés; on distinguait ses bois, ses villages, et sa riche culture.

Nous arrivâmes à Plymouth le mardi, 6 juin, vers 11 heures du matin. Le maître du port, qui n'avait jamais entendu parler d'un bâtiment à vapeur, fut comme pétrifié d'étonnement lorsqu'il monta sur le nôtre; et, comme un enfant qui entre en jouissance d'un nouveau jouet, il saisit le gouvernail, et nous fit circuler autour de plusieurs vaisseaux de guerre qui étaient rassemblés dans la baie; les matelots accouraient en foule sur le côté de leur navire, auprès duquel nous passions, et perchés sur tous les haubans, ils donnaient carrière à leurs observations, tout-à-fait amusantes pour nous. Comme nous étions sans voiles, nos roues étant invisibles, il était certes difficile de deviner la cause de notre mouvement rapide; et, comme par hasard dans ce moment, le feu brûlait sans fumée, on ne pouvait pas même soupçonner ce moteur.

Le mercredi fut employé à démontrer les détails de la manœuvre du bâtiment à l'amiral du port et aux officiers de marine, qui s'empressèrent de venir à notre bord. La maison de l'amiral est très-heureusement située sur une éminence qui commande le Hamoaze, large embouchure de la rivière. Pour lui montrer ce que le bâtiment pouvait faire, on maintint le gouvernail de manière à donner au mouvement une direction circulaire pendant plusieurs minutes; manœuvre absolument impraticable lorsqu'on n'est poussé que par la voile.

De Plymouth, nous naviguâmes sans interruption jusqu'à Portsmouth, où nous arrivâmes le vendredi 9 juin, à neuf heures du matin, ayant fait 150 milles en vingt-trois heures. Cette période fut la plus longue de celles que nous passâmes à la mer dans tout le voyage.

A Portsmouth l'admiration fut encore plus prononcée, s'il est possible, que par-tout ailleurs. Les spectateurs s'entassaient par dizaines de milliers, et le nombre des embarcations qui se pressaient autour de nous, devint si considérable et tellement incommode, qu'il fallut recourir à l'amiral pour une garde qui maintînt la police autour de nous. Nous entrâmes dans le port de la manière la plus brillante; toutes voiles dehors, et favorisés par la marée, nous filions douze à quatorze milles à l'heure (1). Une cour martiale était en ce moment siégeante sur le vaisseau de guerre le *Gladiateur*; en peu de minutes tous les membres du conseil de

(1) Cette vitesse est à peu près double de celle du grand trot des chevaux.

guerre défilèrent les uns après les autres sur notre bord, à l'exception du président, forcé par l'étiquette de garder son fauteuil jusqu'à ce que la séance fût régulièrement levée, et la cour ajournée.

Le samedi 10, la bande de musiciens de l'amiral fut envoyée de bonne heure à notre bord, et bientôt suivie d'un grand nombre de dames, escortées des principaux officiers du port; on passa la matinée à voguer au travers de la flotte, et à admirer les beaux sites qu'offre l'île de Wight; on s'occupa beaucoup de la convenance d'avoir en station dans le port un bâtiment pareil au nôtre, dont l'emploi serait de remorquer les vaisseaux de guerre jusque dans la rade; je crois qu'un rapport sur cet objet aura été fait au Gouvernement.

Notre relai suivant fut à Margate, à l'embouchure de la Tamise. Nous y arrivâmes le dimanche matin 11, et nous y passâmes vingt-quatre heures. De-là, et pour dernière navigation, nous remontâmes la rivière jusqu'à Limehouse, à l'entrée de Londres, en neuf heures.

### Récapitulation.

|                                        | Distances. | Tems.                   |
|----------------------------------------|------------|-------------------------|
| De Dublin à Dunleary. . . . .          | 8 milles   | 1 $\frac{1}{2}$ heures. |
| Dunleary à Wexford. . . . .            | 67         | 13 $\frac{1}{4}$        |
| Wexford à Ramsay. . . . .              | 63         | 11                      |
| Ramsay à Milford. . . . .              | 18         | 4 $\frac{1}{2}$         |
| Milford à Saint-Ives. . . . .          | 110        | 19                      |
| Baie de Saint-Ives à Plymouth. . . . . | 110        | 19                      |
| Plymouth à Portsmouth. . . . .         | 155        | 23                      |
| Portsmouth à Margate. . . . .          | 129        | 20 $\frac{1}{2}$        |
| Margate à Limehouse. . . . .           | 90         | 9                       |

750 m.l. en 121  $\frac{1}{2}$  heures.

Le tableau qui précède est tiré de la mesure de la marche du vaisseau, exprimée en milles nautiques de 60 au degré, tels qu'on les compte dans les cartes marines.

La notice que je viens de donner ne doit pas laisser le moindre doute sur l'utilité des bâtimens à vapeur dans tous les cas où il importe d'aller vite, et où la distance à parcourir n'est pas très-considérable; mais l'immense consommation de combustible que ce procédé exige (deux tonnes en vingt-quatre heures, pour un bâtiment de 75 tonneaux), est un obstacle insurmontable à l'emploi de ces bâtimens dans un long voyage; la grande mise en dehors qu'exige la construction de la machine, ajoutée à la valeur du combustible qu'elle consume, ne permettra pas qu'elles soient employées avec avantage au transport des marchandises. Mais, dans les stations telles que Dublin et Holyhead, où l'on n'épargne rien pour accélérer les dépêches de Londres à Dublin, les deux villes principales de l'empire Britannique, ces bâtimens pourraient être d'un grand service, surtout dans les mois d'été, où les calmes sont assez fréquens, et arrêtent tous les bâtimens à voile. De même entre Douvre et Calais, et partout où des passagers sont pressés de traverser, on se servira de ces bâtimens avec beaucoup d'avantage.

Il est prouvé, par ce premier voyage en pleine mer, que les roues fonctionnent très-bien dans la mer la plus rude; et que le mouvement du bateau qui les porte, quoique certainement bien plus lent au milieu des vagues que dans une eau calme, sera toujours plus

rapide que celui d'un bateau ordinaire. Dans tout notre voyage, nous n'avons pas rencontré un seul bâtiment qui pût nous suivre, excepté le *Gig* (léger bateau à rames) de la frégate le *Curacoa*, qui, monté de sept jeunes et vigoureux rameurs, marcha de front avec nous pendant environ vingt minutes lorsque notre bâtiment n'était poussé que par la machine à vapeur.

**HAUTEURS**  
DES PRINCIPALES MONTAGNES DU GLOBE  
AU-DESSUS DU NIVEAU DE L'Océan.

Extrait de l'Annuaire présenté au Roi, par le Bureau des  
Longitudes.

**EUROPE.**

|                                        | Mèt. |                                             | Mèt. |
|----------------------------------------|------|---------------------------------------------|------|
| Mont-Blanc (Alpes).                    | 4775 | Sneehaten (Norwège).                        | 2500 |
| Mont-Rose (Alpes).                     | 4736 | Monte-Vellino (Apen-<br>nins) . . . . .     | 2593 |
| Orler (Tyrol).                         | 4699 | Montagne de Mezin<br>(Cévennes) . . . . .   | 2001 |
| Fisterahorn (Suisse).                  | 4362 | Olympe (Grèce).                             | 1988 |
| Jung-Fran. ( <i>Idem.</i> ).           | 4180 | Lacha ( <i>Idem.</i> ).                     | 1988 |
| Mulahasen (Grenade).                   | 3555 | Mont-d'Or (France).                         | 1888 |
| Mont-Perdu (Pyrén.).                   | 3436 | Cantal (France).                            | 1857 |
| Col du Géant (Alpes).                  | 3426 | Sierra d'Estre (Portu-<br>gal) . . . . .    | 1700 |
| Vignemale (Pyrén.).                    | 3556 | Puy-Mary (France).                          | 1658 |
| Le Cylindre (Pyrén.).                  | 3332 | Wenside (Yorkshire).                        | 1627 |
| Etna (Sicile).                         | 3237 | Hussoko (Moravie).                          | 1624 |
| Pic du Midi ( <i>Idem.</i> ).          | 2935 | Schneckoppe (Bohê-<br>me) . . . . .         | 1608 |
| Budosch (Transilv.).                   | 2924 | Adelat (Suède).                             | 1578 |
| Surul ( <i>Idem.</i> ).                | 2924 | Sucsfials - Iokull (Is-<br>lande) . . . . . | 1559 |
| Legnone.                               | 2806 | Mont-des-Géans (Bo-<br>hême) . . . . .      | 1512 |
| Canigou (Pyrénées).                    | 2781 | Puy-de-Dôme (Fran.).                        | 1477 |
| Pointe Lomnis (Cra-<br>pats) . . . . . | 2701 |                                             |      |
| Mont - Rotondo<br>(Corse) . . . . .    | 2672 |                                             |      |
| Monte-d'Oro ( <i>Idem.</i> ).          | 2652 |                                             |      |
| Lipsze (Crapats).                      | 2534 |                                             |      |

|                                          | Mèt. |                                          | Mèt. |
|------------------------------------------|------|------------------------------------------|------|
| Le Ballon (Vosges).                      | 1403 | Mont-Erix (Sicile).                      | 1187 |
| Ponte - Noire (Spitz-<br>berg) . . . . . | 1372 | Snowden (Pays de<br>Galles) . . . . .    | 1155 |
| Ben - Nevis (Invern-<br>shire) . . . . . | 1325 | Broken (Hartz Saxe).                     | 1140 |
| Fichtelberg (Saxe).                      | 1212 | Sierra de Foja (Al-<br>garbes) . . . . . | 1100 |
| Vésuve (Naples).                         | 1198 | Shehelien (Ecosse).                      | 1039 |
| Mt - Parnasse (Spitzb.).                 | 1194 | Hekla (Islande).                         | 1015 |

**AMÉRIQUE.**

|                                              | Mèt. |                                                  | Mèt. |
|----------------------------------------------|------|--------------------------------------------------|------|
| Chimborazo (Pérou).                          | 6530 | Sierra-Nevada (Mex.)                             | 4786 |
| Cayambé ( <i>Idem.</i> ).                    | 5954 | Mont. du beau Temps<br>(côte N.-O. Amér.).       | 4549 |
| Antisana (volc. Pérou).                      | 5833 | Nevado de Toluca<br>(Mexique) . . . . .          | 4621 |
| Cotopaxi (volc. <i>Id.</i> ).                | 5753 | Coltre de Perote. . . . .                        | 4088 |
| Mont Saint-Elie (côte<br>N.-E. Amérique).    | 5513 | Mont. d'Otaïti (mer<br>du Sud) . . . . .         | 3323 |
| Popocatepec (volcan<br>du Mexique) . . . . . | 5400 | Mont. Bleues (Jamai.).                           | 2218 |
| Pic d'Orizaba. . . . .                       | 5295 | Volcan de la Solfatara<br>(Guadeloupe) . . . . . | 1557 |
| Mowna - Roa (îles<br>Sandwich) . . . . .     | 5024 |                                                  |      |

**ASIE.**

|                                                                | Mèt. |                                           | Mèt. |
|----------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------|------|
| Le pic le plus élevé du<br>Tibet. . . . .                      | 7400 | Ophyr (île de Sumatra).                   | 3950 |
| Pic de la frontière de<br>la Chine et de la<br>Russie. . . . . | 5135 | Mont-Liban. . . . .                       | 2905 |
|                                                                |      | Petit-Altai (Sibérie).                    | 2202 |
|                                                                |      | Elburis (sommets du<br>Caucase) . . . . . | 1762 |

**AFRIQUE.**

|                                                | Mèt. |                                             | Mèt. |
|------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|------|
| Pic de Ténériffe. . . . .                      | 3710 | Mont - Salaze (île<br>Bourbon) . . . . .    | 3513 |
| Montagne de Ambo-<br>tis-<br>mène (Madagasc.). | 3507 | Montagne de la Table<br>(cap de B.-Espér.). | 1163 |
| Mont. du Pic (Açores).                         | 2412 |                                             |      |

*Passage des Alpes qui conduisent d'Allemagne, de Suisse, et de France en Italie.*

|                                  | Mèt. |
|----------------------------------|------|
| Passage du Mont-Cervin . . . . . | 3410 |
| de Furka . . . . .               | 2530 |
| du col de Seigne . . . . .       | 2461 |
| du grand Saint-Bernard . . . . . | 2428 |
| du col Terret . . . . .          | 2321 |
| du petit Saint-Bernard . . . . . | 2192 |
| du Saint-Gothard . . . . .       | 2075 |
| du Mont-Cenis . . . . .          | 2066 |
| du Simplomb . . . . .            | 2005 |
| du Splügen . . . . .             | 1925 |
| la poste du Mont-Cenis . . . . . | 1906 |
| le col de Tende . . . . .        | 1795 |
| les Taures de Rastadt . . . . .  | 1559 |
| du Brenner . . . . .             | 1420 |

*Passage des Pyrénées.*

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| Port de Pinède . . . . .       | 2516 |
| Port de Gavarnie . . . . .     | 2331 |
| Port de Cavarère . . . . .     | 2259 |
| Passage de Tourmalet . . . . . | 2194 |

*Hauteurs de quelques lieux habités du Globe.*

|                               | Mèt. |                                 | Mèt. |
|-------------------------------|------|---------------------------------|------|
| Métairie d'Autisana . . . . . | 4101 | Village de Saint-Vé-            |      |
| Ville de Micupampa            |      | ran (Alpes-Marit.) . . . . .    | 2040 |
| (Pérou) . . . . .             | 3618 | Village de Breuil (val-         |      |
| Ville de Quito . . . . .      | 2908 | léed du Mont-Cervin) . . . . .  | 2007 |
| Ville de Caxamarca            |      | Village de Maurin               |      |
| (Pérou) . . . . .             | 2860 | (Basses-Alpes) . . . . .        | 1902 |
| Santa-Fé de Bogota . . . . .  | 2661 | Village de Saint-Remi . . . . . | 1604 |
| Ville de Cuença (Pro-         |      | Village de Heas, Py-            |      |
| vince de Quito) . . . . .     | 2633 | renées) . . . . .               | 1465 |
| Mexico . . . . .              | 2277 | Village de Gavarnie             |      |
| Hospice du Saint-Go-          |      | ( <i>Idem.</i> ) . . . . .      | 1444 |
| thard . . . . .               | 2075 | Briançon . . . . .              | 1306 |

|                           | Mèt. |                                         | Mèt. |
|---------------------------|------|-----------------------------------------|------|
| Village de Barège (Py-    |      | Ratisbonne . . . . .                    | 362  |
| renées) . . . . .         | 1290 | Moscow . . . . .                        | 300  |
| Palais de Saint-Ilde-     |      | Gotha . . . . .                         | 285  |
| fonse (Espagne) . . . . . | 1155 | Turin . . . . .                         | 250  |
| Pontarlier . . . . .      | 828  | Dijon . . . . .                         | 217  |
| Madrid . . . . .          | 608  | Prague . . . . .                        | 179  |
| Insruck . . . . .         | 566  | Cassel . . . . .                        | 158  |
| Munich . . . . .          | 538  | Vienne (Autriche) . . . . .             | 156  |
| Berne . . . . .           | 536  | Lyon . . . . .                          | 155  |
| Lausanne . . . . .        | 507  | Gottingue . . . . .                     | 134  |
| Augsbourg . . . . .       | 475  | Milan (Jardin botan.) . . . . .         | 128  |
| Saltzbourg . . . . .      | 452  | Bologne . . . . .                       | 121  |
| Neuwchâtel . . . . .      | 438  | Parma . . . . .                         | 95   |
| Plombières . . . . .      | 421  | Dresde . . . . .                        | 90   |
| Clermont - Ferrand        |      | Paris (Observatoire                     |      |
| (Préfecture) . . . . .    | 411  | Royal, 1 <sup>er</sup> étage) . . . . . | 75   |
| Genève . . . . .          | 372  | Rome (Capitole) . . . . .               | 46   |
| Freyberg . . . . .        | 372  | Wintemberg . . . . .                    | 44   |
| Ulm . . . . .             | 369  | Berlin . . . . .                        | 40   |

*Hauteurs de la limite inférieure des neiges perpétuelles sous diverses latitudes*

|                                                   | Mèt. |
|---------------------------------------------------|------|
| A 0° de la latitude, ou sous l'équateur . . . . . | 4800 |
| A 20° . . . . .                                   | 4600 |
| A 45° . . . . .                                   | 2550 |
| A 65° . . . . .                                   | 1500 |

*Hauteurs de quelques Édifices.*

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| La plus haute des pyramides d'Égypte . . . . . | 146 |
| La tour de Strasbourg (le Munster),            |     |
| au-dessus du pavé . . . . .                    | 142 |
| La tour de Saint-Etienne à Vienne . . . . .    | 138 |
| La coupole de Saint-Pierre de Rome,            |     |
| au-dessus de la place . . . . .                | 152 |
| La Tour de Saint-Michel à Hambourg . . . . .   | 130 |
| de Saint-Pierre à Hambourg . . . . .           | 119 |
| de Saint-Paul de Londres . . . . .             | 110 |

|                                                                                | Mèt. |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| Le dôme de Milan (au-dessus de la place). . . . .                              | 109  |
| La tour des Asinelli à Bologne. . . . .                                        | 107  |
| La flèche des Invalides (au-dessus du pavé) . . . . .                          | 105  |
| Le sommet du Panthéon (au-dessus du pavé) . . . . .                            | 79   |
| La balustrade de la tour de Notre-Dame (au-dessus du pavé) . . . . .           | 66   |
| La colonne de la place Vendôme. . . . .                                        | 43   |
| La plate-forme de l'Observatoire Royal. . . . .                                | 27   |
| La mâture d'un vaisseau français de 120 canons (au-dessus de la tour). . . . . | 73   |

## PHÉNOMÈNES

*De polarisation successive, observés dans des fluides homogènes;*

Par M. BIOT (1).

AYANT entrepris depuis quelque tems une série de recherches qui exigeaient que je misse des lames cristallisées dans différens fluides, afin d'y faire pénétrer les rayons très-obliquement à leur surface, j'ai été conduit à la découverte d'un phénomène nouveau, d'autant plus remarquable, qu'il paraît tenir uniquement à l'action individuelle des particules des corps sur la lumière, sans aucun rapport quelconqué avec leur état d'agrégation.

Ce phénomène est analogue à celui que l'on observe dans les plaques de cristal de roche, quand on y transmet les rayons lumineux parallèlement à l'axe de cristallisation. Dans ce cas, la force qui produit la double réfraction et la polarisation régulière est devenue nulle, puisqu'elle émane de l'axe du cristal; mais on voit alors se développer d'autres forces, que les premières effaçaient quand elles étaient plus énergiques; et qui, devenant seules actives, modifient les molécules lumineuses d'une façon toute particulière. J'ai étudié, dans mon ouvrage sur la polarisation, les caractères propres à ce genre de forces: j'ai fait voir qu'an

(1) Cet article est extrait du *Bull. des Sc.*

lieu de faire osciller les axes de polarisation des particules lumineuses comme les autres forces polarisantes, elles semblent leur imprimer autour de l'axe du cristal un mouvement de rotation continu, plus rapide pour les molécules violettes que pour les bleues, pour les bleues que pour les vertes, et ainsi de suite dans l'ordre inverse de la réfrangibilité. J'ai montré en outre que l'influence de ces forces ne déterminait point seulement des changemens de position dans les particules lumineuses, mais leur communiquait encore de véritables propriétés physiques, semblables à des aimantations permanentes dont la nature et l'intensité modifiaient les mouvemens qu'elles prenaient ensuite quand on leur faisait traverser d'autres cristaux. Par exemple, lorsqu'un rayon lumineux a été simplement polarisé par réflexion sur une glace, si on le transmet à travers un rhomboïde de spath d'Islande, dont la section principale soit parallèle au plan de réflexion, il ne se divise point, et subit tout entier la réfraction ordinaire; mais pour peu que l'on détourne la section principale du cristal à droite ou à gauche, le rayon se divise, et il se forme aussitôt un faisceau extraordinaire, dont l'intensité va croissant de plus en plus, à mesure que la section principale du cristal est plus déviée. Maintenant supposez que le rayon, ainsi paralysé, soit transmis à travers une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, et dont l'épaisseur n'exécède pas  $3^{\text{mm}},5$ ; si on l'analyse de même avec un rhomboïde de spath d'Islande, dont la section principale soit parallèle au plan de la polarisation primitive,

on trouve qu'un certain nombre de molécules lumineuses ont perdu cette polarisation, mais que d'autres l'ont conservée; et, ce qui est le point capital, celles-ci la conservent encore quand on fait tourner le rhomboïde d'un angle plus ou moins considérable, et qui, par exemple, dans une plaque épaisse de  $3^{\text{m}},478$ , va jusqu'à  $80^{\circ}$ . Pendant tout ce tems, le faisceau extraordinaire ne fait que s'affaiblir de plus en plus, en abandonnant ses molécules à la réfraction ordinaire, jusqu'à ce qu'enfin le rayon se trouve réfracté presque tout entier, ordinairement lorsque la section principale a été tournée de  $80^{\circ}$ . Voilà des propriétés bien différentes de celles que possèdent les molécules polarisées par la seule réflexion.

Ces modifications, et beaucoup d'autres que j'ai constatées géométriquement dans mon ouvrage, forment autant de caractères par lesquels on peut reconnaître l'espèce particulière de forces dont elles sont l'effet. Or, je viens de découvrir ainsi qu'elles existent encore dans une autre substance, je ne dis pas solide et cristallisée, ce qui semblerait fort simple, mais fluide, et d'une fluidité parfaite. Je veux parler de l'huile de térébenthine la plus pure.

L'appareil, avec lequel j'ai fait pour la première fois cette observation, consiste en un tuyau d'environ trois centimètres de longueur, dont les deux bouts sont fermés par des plaques de verre, afin de contenir les divers fluides où je plongeais les lames cristallisées que je voulais étudier. Or, quand j'ai employé ainsi l'huile de térébenthine, je me suis aperçu que le rayon polarisé, trans-

mis à travers l'appareil, présentait des traces à la vérité excessivement faibles, mais pourtant reconnaissables de dépolariation; le faisceau extraordinaire était d'un bleu sombre presque imperceptible. Alors, en faisant tourner de droite à gauche le prisme rhomboïdal achromatisé qui me sert pour analyser la lumière transmise, je trouvai que ce faisceau extraordinaire allait continuellement en diminuant d'intensité, sans changer de couleur, jusqu'à devenir sensiblement nul dans un azimuth d'environ douze degrés; et, comme les molécules qui avaient subi primitivement la réfraction ordinaire n'avaient point cessé d'y céder dans cette intervalle, le rayon paraissait polarisé ordinairement tout entier dans cet azimuth. En tournant le rhomboïde davantage, il se formait de nouveau un rayon extraordinaire très-faible; mais, au lieu d'être bleu, il était d'abord rouge-jaunâtre. Ces caractères, tout légers qu'ils étaient, étaient cependant précis, et montraient une identité parfaite entre ce genre de phénomènes et celui que présentent les plaques de cristal de roche perpendiculaires à l'axe. Or, je savais que, dans ces dernières, le développement des couleurs augmente à mesure qu'elles deviennent plus épaisses, et que l'amplitude du minimum du faisceau extraordinaire est proportionnelle à leur épaisseur. Je n'hésiterai donc pas à conclure que l'accroissement d'épaisseur dans la masse de térébenthine aurait des conséquences analogues. M. Fortin voulut bien me construire très-prompement un autre appareil, long de seize centimètres; et l'ayant rempli d'huile de térébenthine bien pure, je

vis

vis en effet se développer les plus belles couleurs quand je le fis traverser par un rayon polarisé. La nature des teintes dans chaque azimuth, leur marche et les lois de leur succession, furent identiquement les mêmes que celles que j'ai décrites dans les Mémoires de l'Institut pour 1812, page 226, et qui étaient produites par une plaque de cristal de roche de 2<sup>m</sup>,094; d'où l'on voit que cette action, dans l'huile de térébenthine, est environ quarantevingts fois plus faible que dans le cristal. Voici, je crois, le premier exemple de phénomènes de polarisation successive produits dans l'intérieur d'un fluide parfaitement homogène, où l'on ne peut supposer aucun arrangement régulier de particules. Aussi avons-nous vu, par l'exemple du cristal de roche, que les forces qui le produisent sont distinctes de celles que développe la cristallisation.

Il n'en est pas de même des phénomènes de polarisation qui dépendent des forces attractives ou répulsives émanées d'un axe: celles-là ne peuvent point exister dans un liquide. Aussi, en enfermant de l'huile de térébenthine dans un prisme de verre creux, d'un angle réfringent considérable, mais dont l'épaisseur n'excédait guère un centimètre, non-seulement je n'y ai point observé de double réfraction, mais, à cause de la petitesse de l'épaisseur, je n'y ai plus aperçu de vestiges sensibles de dépolariation. Je me propose d'essayer si d'autres fluides présenteront des propriétés analogues. Dès à présent je sais que l'eau, l'huile de poisson, l'ammoniaque, n'en offrent point de traces sensibles à des épaisseurs même beaucoup plus

considérables que celle où la térébenthine les fait voir complètement.

Depuis la lecture que j'ai faite de cette note, à la première classe de l'Institut, j'ai trouvé d'autres liquides qui jouissent de propriétés analogues. L'huile essentielle de laurier fait tourner la lumière de droite à gauche comme la térébenthine. L'huile essentielle de citron, au contraire, et la dissolution de camphre dans l'alcool, la font tourner de gauche à droite. Ainsi l'on retrouve dans ces fluides l'opposition que j'ai depuis long-tems reconnue entre les actions de ce genre dans des plaques de cristal de roche tout-à-fait semblables par les caractères extérieurs. Si l'on prend deux liquides qui fassent ainsi tourner la lumière en sens contraire, qu'on évalue par l'expérience l'intensité absolue de leur action individuelle, et qu'on les mêle dans des rapports de volume inverses de ces intensités, on produit des mélanges neutres. On obtient ce résultat, par exemple, en mêlant une partie, en volume, d'huile de térébenthine pure, avec trois parties de dissolution de camphre dans l'alcool à 40°. Mais il faut élever la température de l'appareil, parce que ce mélange n'est transparent que lorsqu'il est chaud. Le camphre seul, dissous à froid dans l'huile de térébenthine, diminue sa force rotatoire; mais il ne s'y dissout pas alors en quantité suffisante pour la neutraliser.

---



---

## SUR LA NATURE

DE CERTAINS GRÈS MODERNES;

Par M. VOIGT;

Avec des observations par M. d'ARBUISSON, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

M. VOIGT, officier des mines dans le duché de Weimar (auteur de l'excellent *Traité sur les houilles et les bois bitumineux* dont on a donné une traduction dans le tome 27 de ce Journal), occupe depuis long-tems un rang distingué parmi les savans observateurs auxquels la géognosie doit les progrès qu'elle a faits depuis trente ans.

Il a eu sur les grès modernes une opinion nouvelle et extraordinaire; il pense que ce ne sont point des grès ou des agrégats de sable de quartz, mais un dépôt chimique de quartz à particules grenues ou cristallines.

M. Reuss ayant donné dans son *Lerbuch der Géognosie*, p. 417, un précis de cette opinion de M. Voigt, on en rapportera ici la traduction.

« M. Voigt est porté à croire que les grès de » dernière formation, dans les terrains secondaires, sont un vrai *précipité chimique* (c'est-à-dire, le produit d'une cristallisation plus ou moins confuse); le précipité serait *mécanique*, ou un simple sédiment, si ses molécules

» avaient été simplement suspendues dans un  
 » fluide, au lieu d'y être réellement dissoutes.  
 » Le sable des environs de Halle, et celui de  
 » quelques autres contrées, vu à la loupe, ne  
 » lui a pas paru composé de grains de quartz  
 » arrondis, mais de grains d'un cristal de roche  
 » très-limpide, à bords anguleux ou très-rare-  
 » ment émoussés, et recouverts quelquefois d'un  
 » enduit ocracé. Le grès de ces pays lui a éga-  
 » lement paru être sans ciment, ou n'en avoir  
 » qu'un à peine sensible et de nature argileuse.  
 » Dans la mine Louise - Christine, à Lauter-  
 » berg, dans le Hartz, on a un filon pres-  
 » que entièrement composé d'un sable, qui y  
 » a été certainement déposé par la voie hu-  
 » mide: le quartz qui le compose, depuis celui  
 » qui est comme de la poussière, jusqu'à celui  
 » qui est en parties grosses comme des têtes de  
 » pavot, n'est jamais arrondi; on n'y voit au-  
 » cun fragment ou galet d'autre minéral, et  
 » on ne peut dire que ce soit une fente remplie  
 » de sable venant de la superficie du terrain.  
 » D'après ces faits et plusieurs autres, M. Voigt  
 » ne regarde, ces grès que comme des masses  
 » d'un quartz à *pièces grenues distinctes*; et  
 » les considérations suivantes semblent l'indi-  
 » quer:  
 » 1°. Le quartz peut se former en petits grains,  
 » soit détachés, soit réunis: le filon cité en  
 » fournit une preuve.  
 » 2°. Pendant les dernières formations secon-  
 » daires, il s'est encore déposé beaucoup de  
 » matière siliceuse, ainsi que le prouvent les  
 » cristaux de quartz qu'on trouve dans le gypse  
 » et dans le calcaire des environs de Langen-

» salze, les couches de silex des montagnes  
 » calcaires de Jena, et de presque tous les ter-  
 » rains crayeux.  
 » 3°. Le nouveau grès serait placé dans l'ordre  
 » des précipités chimiques, entre celui du gypse  
 » ancien, de la pierre puante, et du schiste  
 » marno-bitumineux, et celui du gypse nou-  
 » veau et du calcaire secondaire le plus mo-  
 » derne.  
 » 4°. Le quartz n'est pas le seul minéral qui se  
 » réduise par la décomposition en grains d'é-  
 » gale grosseur.  
 » 5°. Le grès provenant de la décomposition  
 » des granites est entièrement différent de celui  
 » dont il est ici question: il contient peu de  
 » quartz, et abonde en feldspath et mica.  
 » 6°. Les roches provenant de la destruction  
 » de roches plus anciennes, ont des propriétés  
 » qui sont une suite de cette origine: par exem-  
 » ple, elles contiennent des fragmens de miné-  
 » raux différens, qui sont de diverses grosseurs:  
 » il n'en est pas de même du nouveau grès.  
 » 7°. Ses couches présentent quelquefois des  
 » parties qui ne peuvent être regardées que  
 » comme du vrai quartz, et qui ont à peine  
 » quelque ressemblance avec le grès.  
 » 8°. Toutes les roches connues, le granite  
 » et le gneiss exceptés, prises ensemble, se-  
 » raient hors d'état de fournir, par leur dé-  
 » composition et leur destruction, la quantité  
 » de quartz nécessaire à la composition du grès  
 » et des sables, objet des considérations ac-  
 » tuelles ».

*Observations.*

Il y a environ dix ans, qu'en allant de Paris aux mines de Poullaouen en Bretagne, je vis sur la route, notamment dans le Perche et le Maine, une très-grande quantité de pierres qui me paraissaient être tantôt un grès, tantôt un quartz granuleux; j'étais embarrassé pour les classer. Aux environs de Poullaouen je vis en place de pareilles roches; elles faisaient partie d'une montagne de schiste micacé; le mica y diminuait au point de disparaître quelquefois entièrement ou presque entièrement, et l'on n'avait plus alors que des couches ou des masses énormes de quartz, tantôt compacte, tantôt granuleux. Ici, tout embarrassé de classification cessait; j'étais certain de n'avoir devant mes yeux qu'un simple quartz que quelques personnes auraient bien pu appeler grès, si elles n'eussent vu, dans son gîte, le passage au quartz compacte.

J'avais déjà eu occasion de remarquer de pareilles méprises. C'est ainsi qu'on donne le nom de *grès flexible* du Brésil, à un minéral, qui n'est, comme la roche de Poullaouen, qu'un schiste micacé, dans lequel le mica a presque entièrement disparu, et où le quartz est en *pièces grenues* très-distinctes. Une pareille structure est trop commune dans le règne minéral, et trop connue des minéralogistes, pour que je m'arrête ici à la caractériser, je me bornerai à en citer un exemple frappant. Auprès de Mortagne, dans une carrière de pierre calcaire, j'ai vu des couches de cette roche, en

pièces grenues, tellement distinctes et si peu adhérentes, qu'on eût dit que c'était un simple assemblage de grains d'anis juxtaposés. Quelques échantillons de la pierre étaient ainsi divisés à une extrémité et compacte à l'autre.

A mon retour de Bretagne, je vis aux environs de Paris de véritables grès composés de grains de quartz compacte, de silex, de lydienes, semblables à de petits pois, et agglutinés par un ciment siliceux de structure granuleuse, et exactement pareil à la pierre avec laquelle on pave les rues de la capitale, et que les ouvriers nomment *grès*. Le grès observé était un vrai grès siliceux de Werner; le ciment en était un quartz granuleux provenant d'un *précipité chimique*; pourquoi n'en serait-il pas de même du grès des ouvriers, qui lui est absolument semblable, et qui n'est, comme lui, qu'une masse homogène, n'ayant ni grains différens, ni ciment distinct?

J'ai observé à la loupe plusieurs de ces pierres, et je n'y ai rien vu qu'un assemblage de petits grains ou cristaux informes d'un cristal de roche pur et transparent, sans aucun intermédiaire, et tenant ensemble par voie de simple agrégation. Quelques essais chimiques, auxquels j'en ai soumis divers échantillons, ne m'y ont fait découvrir aucune substance étrangère.

La propriété qu'ont ces grès de se réduire subitement en poussière, ou plutôt en sable, par une forte percussion, ne m'a pas paru être une objection contre le mode de formation *chimique*: le calcaire de Mortagne dont j'ai parlé et plusieurs oolithes, en ont une pareille, et leur mode de formation n'est pas douteux.

Les observations de gisement, bien loin d'infirmer l'opinion que je viens d'énoncer, me paraissent lui donner un nouveau degré de vraisemblance. — Le grès des paveurs accompagne la formation calcaire qui constitue le sol d'une partie du nord de la France; il se trouve avec elle sur des points assez éloignés (les environs d'Orléans et de Valenciennes, par exemple), et semble n'être qu'un des divers produits siliceux qu'on y voit en si grande quantité. Les observations de MM. Cuvier et Brongniart, qui ont fait connaître la constitution minéralogique des environs de Paris, peut-être mieux qu'on ne connaît celle de toute autre contrée, ne laissent à cet égard aucun doute pour ces environs. Les dissolutions qui ont produit les diverses formations calcaires qu'on y a reconnues, contenaient une très-grande quantité de silice, laquelle s'est déposée, tantôt avec le carbonate de chaux, tantôt seule: dans le premier cas, les molécules siliceuses se sont trouvées en différente quantité sur divers points; et, en se réunissant et se pelotonnant diversement, suivant les circonstances locales, et le plus ou moins de facilité qu'elles trouvaient à obéir à la force d'affinité tendante à les réunir, elles ont produit les plaques ou tubercules de silex pyromaque, les masses ou boules de silex corné (*hornstein* des Allemands), les blocs de grès, les masses de quartz, tantôt carié, tantôt compacte, enfin les petits cristaux de roche, qu'on trouve au milieu des couches calcaires. Tous ces minéraux siliceux paraissent n'avoir qu'un même mode de formation; la silice qui les a produits était en vraie dissolution dans le même

fluide; et, suivant les différences que les circonstances locales ont mises dans le mode d'aggrégation, il en est résulté, ou les petits cristaux de roche qu'on trouve dans le calcaire ou au centre des géodes, ou les quartz, ou les silex pyromaque et cornés, ou les grès: aussi remarque-t-on de fréquens passages entre ces substances; ils ont été observés particulièrement par un des auteurs de la Description minéralogique des environs de Paris (1). — C'est sur-tout vers la fin des précipitations calcaires, que la silice abondait et se trouvait fréquemment seule: de-là, ces bancs de vingt mètres et plus d'épaisseur, qu'on trouve quelquefois sur le calcaire, et qui sont composés de couches de sable, de grès, et de pierres meulières alternant diversement entre elles. Encore ici, ces divers minéraux, absolument identiques dans leur composition, ne diffèrent pas dans le mode d'aggrégation; les mêmes molécules ont formé des masses de quartz entièrement compactes dans une partie des meulières, des masses en grains de quartz adhérant les uns aux autres dans les grès, enfin des masses en grains de quartz absolument isolés dans les sables. Entre le grès qui est au milieu des bancs siliceux, et celui qui est dans les couches calcaires, il n'y a aucune différence. D'où nous pouvons conclure que, dans les terrains des environs de Paris, les quartz, soit en cristaux, soit en masses, les silex pyromaque, les silex cornés, les grès et les sables se tiennent entre

(1) Brongniart, *Minéralogie*, tome 1, p. 289.

eux, et sont, les uns comme les autres, de vrais *précipités chimiques*. Dans les grès rien n'indique un transport de *détritus* de roches préexistantes, dû à une cause mécanique; rien absolument n'y montre la présence d'un ciment (1).

D'après cela, ce grès de Paris ne serait qu'un pur quartz, mais de structure granuleuse, à grains extrêmement petits: en un mot, il serait au quartz ordinaire, ce que la dolomie est à la pierre calcaire.

J'ai déjà (en 1805) émis et consigné cette opinion dans un extrait de la Minéralogie de M. Brongniart (2). J'y disais que quelques-uns des grès de cet auteur *paraissaient n'être que de simples quartz, ou hornstein, de structure granuleuse, comme la dolomie*. J'avais soumis cette manière de voir à M. Brongniart même, qui connaissait l'opinion de M. Voigt sur certains grès, et qui ne la trouvait pas dénuée de fondement; mais, relativement au grès de Paris, que j'avais principalement en vue, sans la rejeter entièrement, il ne crut pas devoir l'admettre du moins encore.

Je me proposai, par une suite d'observations directes et positives, de lever tout doute à cet égard, lorsque je fus dans le cas de m'éloigner de Paris. Il serait bien à désirer que quelque minéralogiste voulût nous donner la

(1) J'excepte toujours le grès à grains et ciment discernables dont j'ai parlé, et dont le ciment est absolument semblable à celui des paveurs.

(2) *Annales de Chimie*, tome 62.

solution de cet important problème; il est d'ailleurs assez facile à résoudre, 1<sup>o</sup>. par un examen très-circonstancié de la structure des grès en question, tant à l'aide du microscope, qu'à l'aide des agens chimiques; 2<sup>o</sup>. par des observations de gisement tendant à constater, d'une manière certaine, le passage aux silex et quartz compactes qui sont dans les mêmes formations.

Ce travail pourrait mener à ce résultat intéressant: que la pierre avec laquelle on pave les rues de Paris, et les chemins des environs, qui de tems immémorial y porte le nom de *grès*, qui très-vraisemblablement est la première pierre qui ait été ainsi appelée, que l'on y regarde comme le type de cet ordre de minéraux, n'y appartient cependant en aucune manière. Les minéralogistes français ont toujours entendu par le nom de *grès*, des *roches agrégées*, composées de grains provenant du détritibus de roches préexistantes, lesquelles ont été charriées par un fluide, et ensuite agglutinées par un ciment: c'est l'idée que s'en formait Saussure, il y a plus de 40 ans (*Voyages dans les Alpes*, §. 196). M. Haüy, faisant ici les fonctions de simple historien, et donnant l'opinion de ceux qui l'avaient précédé, met le grès, et particulièrement celui, des paveurs de Paris, dans la classe des *agrégats composés de fragmens ou de débris agglutinés postérieurement à la formation des substances auxquelles ils ont appartenu*. Il est très-douteux que ce soit le cas du grès des rues de Paris, et de plusieurs des grès des derniers terrains secondaires.

La détermination orictognostrique de cette

sorte de pierre est d'une très-grande importance, non-seulement parce qu'elle nous ferait connaître la vraie nature d'un des minéraux qui se trouve dans la nature en très-grande quantité, et rectifierait les idées erronées que nous pouvons avoir à ce sujet; mais encore parce qu'elle est d'un intérêt majeur pour la géognosie: il ne serait peut-être plus fait mention de ces grès qu'on dit avoir trouvés au milieu des montagnes qui paraissent d'ailleurs un produit des cristallisations les plus pures, et qui même, d'après cela, à des conséquences si extraordinaires. Une rectification dans la nomenclature de la minéralogie deviendrait ici absolument indispensable.

*Note des Rédacteurs.* — Sans vouloir rejeter absolument l'opinion de M. Voigt, et les présomptions de M. d'Aubuisson, comme décidément fausses, pour toutes les espèces de roches qui portent le nom de *grès*, nous croyons qu'elles ne sont pas encore assez fondées, surtout pour les grès modernes, et qu'elles sont sujettes à de très-fortes objections. Sans doute il est certain qu'il existe des roches semblables aux grès, qu'on a cependant lieu de regarder comme étant des précipités chimiques; la dolomie, certains schistes micacés, en fournissent des exemples; Saussure avait d'abord appelé *grès*, des roches qu'il a depuis reconnues pour être des quartz en masse, etc. Mais il ne s'ensuit nullement que toutes les autres roches analogues, ou la plupart, doivent être regardées comme étant aussi des précipités chimiques.

Si l'on en a jugé ainsi pour les roches que nous venons de citer, c'est, 1°. parce que

l'on a observé distinctement dans plusieurs endroits des passages où ces couches prenaient une structure différente de celle des grès, et décidément chimique; 2°. parce qu'on ne les a jamais vu prendre celle d'un véritable poudingue ou brèche; 3°. enfin, parce que ces roches se trouvaient associées dans un même terrain avec d'autres roches, dont la formation chimique n'était point contestée.

Nous ne pensons pas que l'on puisse s'appuyer sur d'autres motifs; et encore le dernier n'est-il rien moins que décisif, puisqu'un grand nombre de géologues ont reconnu dans plusieurs contrées des terrains composés à la fois de roches cristallines et de roches de transport.

Il nous paraît donc que l'opinion de M. Voigt devrait être basée sur des considérations semblables; et nous ne voyons pas qu'elle le soit. Il nous semble, au contraire, que les raisonnemens par lesquels on cherche à la prouver sont bien faibles, et que même la plupart ne tendent nullement à faire conclure ce que l'on veut établir.

Que le quartz puisse se former en masses grenues, à petits grains détachés ou réunis, qu'il se soit déposé beaucoup de matière siliceuse dans les dernières formations secondaires, que le quartz puisse se réduire par la décomposition en grains d'égale grosseur, tout cela ne nous paraît pas prouver que les grès modernes ne soient pas réellement des grès.

Les *grès* ou roches de transport qui proviennent de la décomposition des granites ou des roches anciennes, sont, sans doute, très-

différens des grès modernes ; mais d'abord nous ne voyons pas qu'ils contiennent *peu de quartz*, et qu'ils abondent en feldspath. Sans entrer dans de longs détails, nous dirons que la granwacke et le grès des honillères donnent lieu à une observation absolument contraire ; le quartz y domine, et le feldspath y est très-rare, si ce n'est dans les galets de granite que la première de ces roches renferme quelquefois. Quant au mica, il y abonde, mais les grès modernes n'en sont pas entièrement dépourvus. Les grès anciens contiennent des fragmens de minéraux différens et de différentes grosseurs ; cela doit être, parce que la position de ces grès sur la lisière, à la base, et sur les flancs des montagnes primitives, prouve qu'ils ne sont autre chose que l'amas de leurs débris plus ou moins grossiers, plus ou moins triturés. Si les grès modernes ne présentent pas ce caractère, il est facile de l'expliquer en admettant qu'ils ne sont pas le dépôt le plus éloigné des débris, et qu'ils ne doivent renfermer que les résultats de la trituration les plus atténués, et qui étaient le plus capables d'être long-tems suspendus dans les eaux et entraînés par elles à de grandes distances. Enfin ces grès modernes sont aux grès anciens ce que les sables fins, que les rivières déposent souvent en bancs immenses à leur embouchure dans la mer, sont aux graviers qu'elles ont amoncelés sur leurs bords dans tous leurs cours. Et cette comparaison est d'autant plus frappante, que les alluvions des grands fleuves, à leur embouchure et dans la mer, sont presque constamment de vérita-

ble sable quarzeux analogue à nos grès modernes.

Et d'ailleurs, en rejetant même toutes ces explications des différences alléguées entre les grès anciens et les grès modernes, ces différences ne peuvent en aucune manière servir à prouver que ces derniers ne sont pas des grès.

Un motif plus plausible et plus spécieux est tiré de ce que les grès modernes présentent quelquefois des parties qui peuvent être regardées comme du quartz, et qui ont à peine quelque ressemblance avec les grès.

Nous ne pouvons, d'après une indication aussi succincte de cette structure, nous permettre de prononcer sur les grès modernes dont veut parler M. Voigt. Mais M. d'Aubuisson voulant établir une considération analogue sur les grès modernes de Paris, nous avouerons qu'elle ne nous paraît pas fondée.

M. d'Aubuisson rejette d'abord, comme peu importante, l'objection qu'on peut tirer contre son opinion de la facilité qu'ont une grande partie des grès de Paris de se réduire en poussière ; il nous semble au contraire que ce caractère est un de ceux qui tendent le mieux à faire présumer l'origine mécanique de ces grès.

Non-seulement beaucoup d'entre eux se désagrègent facilement à la manière des sables, mais dans la plupart des carrières de grès solides, on observe que les limites solides sont non-seulement parfaitement tranchées, soit horizontalement, soit verticalement (ce qui n'aurait pas lieu si la désagrégation provenait d'une décomposition), mais qu'elles ont des formes

arrondies tuberculeuses comme celles des concrétions ou des filtrations, ce qui fait présu- mer avec une grande probabilité que toute la masse était primitivement un sable qui a été postérieurement agglutiné par parties dans les lieux où des filtrations y ont amené un dépôt chimique calcaire ou siliceux. Dans les carrières où la séparation entre le grès solide et le sable est horizontale, la surface du grès est encore toute mamelonée, et souvent même ridée, et ondulée comme celle d'un sable déposé sous les eaux, ce qu'il est très-facile d'expliquer.

M. d'Aubuisson, s'étayant des observations de gisement, remarque l'abondance extrême de matière siliceuse qui accompagne la formation calcaire grossier des environs de Paris, et il rappelle l'existence dans ce terrain, ou ceux qui le recouvrent, ou lui servent de base, des tubercules de silex pyromaque, des boules de silex cornées, du silex carié; il ajoute qu'il y a de fréquens passages entre ces minéraux siliceux et les grès, et il conclut qu'ils n'ont eu avec les masses de grès qu'un même mode de formation, en un mot que tous, et par conséquent les grès résultent d'une précipitation chimique.

Il nous est impossible de reconnaître que cette conséquence résulte des données mises en avant; en supposant même, ce que nous sommes loin d'accorder, qu'il existe réellement des passages évidens entre les minéraux siliceux indiqués et les grès.

Nous ne voyons dans tous les premiers que des concrétions qui sont indubitablement un dépôt

dépôt chimique, et dans les seconds, nous voyons un dépôt par couches, dont l'origine mécanique ou chimique ne peut être en aucune manière déterminée par l'origine attribuée aux premiers.

Les minéraux siliceux concrétionnés cités, ont des caractères presque toujours évidens d'une formation postérieure à celle des terrains qui les renferment; il est facile d'expliquer leur extrême abondance par l'abondance des matières siliceuses dans tout le terrain environnant, depuis les craies jusqu'aux grès; mais ce dépôt chimique postérieur ne peut rien faire conclure sur le mode de formation de terrains antérieurs.

Nous pensons qu'il n'y aurait qu'un seul moyen de prouver l'origine chimique des grès modernes, ce serait d'observer des passages ne présentant aucun caractère de nid, de fente, ou de dépôt postérieur, dans lesquels on verrait son grain devenir plus gros et plus cristallin, sans pour cela avoir aucune apparence de galets; mais jusqu'ici nous n'avons pas connaissance que l'on ait fait une observation semblable sur le grès des environs de Paris.

Au contraire, le grès de Paris a une égalité de grain remarquable, et qui, d'après ce que nous avons dit plus haut, s'explique très-naturellement, puisque ce grès ne serait formé que du dernier dépôt des débris des montagnes quarzeuses, lequel ne peut être formé que des particules assez fines pour avoir pu rester long-tems suspendues dans les eaux.

Le dernier argument, mis en avant par M. Voigt, à l'appui de son opinion, est que

toutes les roches connues, le granite et le gneiss exceptés, prises ensemble, seraient insuffisantes pour fournir, par leur décomposition et leur destruction, la quantité de quartz nécessaire à la formation des grès et des sables. — Il est facile de répondre que, sans parler de ces grès, dont le mode de formation est ici contesté, il existe des masses immenses de galets, dont il est impossible de trouver l'origine dans les montagnes qui les environnent, sans leur supposer une masse bien au-dessus de celles qu'elles ont aujourd'hui. Les nagelflues à gros et à petits grains de la Suisse, les galets et graviers des bassins du Rhône et de la Saône, en présentent des exemples fameux.

Nous pensons donc, malgré notre respect pour l'autorité de M. Voigt en géologie, et la considération que nous avons pour les talents de M. d'Aubuisson, que l'origine chimique des grès modernes est encore loin d'être prouvée.

---



---

## SUR LES EAUX MINÉRALES

DES

### HAUTES ET BASSES-PYRÉNÉES.

IL a paru, vers la fin de 1813 (1), un petit ouvrage intitulé : *Analyse et Propriétés médicales des Eaux minérales et thermales des départemens des Hautes et Basses-Pyrénées, précédées d'un Essai minéralogique de la vallée d'Ossau*; par M. Poumier, Docteur en Médecine, de la Faculté de Montpellier, l'un des Inspecteurs-Médecins des Eaux minérales de la France (2).

Le Ministre de l'Intérieur ayant fait examiner ce travail par la Faculté de Médecine de Paris, M. Deyeux, Membre de l'Institut, en fit un rapport très-favorable à la Faculté,

---

(1) Les circonstances extraordinaires où nous nous sommes trouvés depuis environ deux ans, et la suspension momentanée du Journal qui en a été la suite, nous ont empêchés d'annoncer ou de faire l'analyse de plusieurs ouvrages relatifs aux mines ou aux sciences, et aux arts qui s'y rapportent; nous chercherons, autant qu'il nous sera possible, à remplir cette lacune; et à tenir toujours nos lecteurs au courant de toutes les découvertes qui sont susceptibles de les intéresser. (*Note des Rédacteurs.*)

(2) Un vol. in 8°. de 144 pages, imprimé à Fontainebleau en 1813.

qui invita le Ministre à en témoigner sa satisfaction à l'auteur ; Son Excellence chargea le Préfet des Basses-Pyrénées de faire part à M. Poumier, que la Faculté de Médecine avait été très-satisfaite de son travail, qu'elle y avait reconnu un chimiste instruit, et très-au courant des connaissances actuelles.

M. Poumier a divisé son ouvrage en trois parties ; il donne d'abord l'indication de plusieurs mines métalliques existantes dans la vallée d'Ossau ; il passe ensuite à l'analyse des eaux minérales des Hautes et Basses-Pyrénées, et termine son travail par des réflexions sur les propriétés générales de ces eaux.

Dans la première partie, l'auteur, après avoir exposé brièvement ce qui concerne la topographie de la vallée d'Ossau ( Basses-Pyrénées ), où coule le gave d'Oléron, donne les résultats de quatorze essais de minerais, savoir : huit de *fer*, tenant depuis 23 jusqu'à 55 de fer par 100 ; quatre de *plomb sulfuré*, donnant, terme moyen, 49 de plomb par quintal, indépendamment de l'argent ; et deux essais de pyrites cuivreuses, donnant 22  $\frac{1}{2}$  de cuivre par 100. Il indique une mine de calamine accompagnée de zinc sulfuré, dans la montagne de Aas.

Dans la seconde partie, M. Poumier décrit dix gisemens différens, d'où sortent 55 sources minérales ; il a analysé les eaux de douze des sources principales, par les réactifs, par la distillation, et par la vaporisation, en tenant compte des volumes et de

la nature des gaz qu'il en a retirés, et en indiquant pour chacune de ces eaux leurs propriétés médicinales.

Il commence, 1°. par les *eaux bonnes*, qui sont fournies par quatre sources thermales ; il a analysé celle de la *vieille source* qui est à 26 degrés  $\frac{1}{2}$  (Réaumur) au-dessus de zéro.

2°. Les *eaux chaudes*, où l'on compte cinq sources ; il a analysé celle dite de la *fontaine du Roi*, qui est à 30 degrés de chaleur.

3°. L'eau *sulfureuse de Cambo*, près de Bayonne, à 16 degrés.

4°. L'eau *ferrugineuse du même lieu*, à 13 degrés et demi.

5°. Les eaux de *Barrèges*, où l'on compte dix sources ; il a analysé celle du *bain royal*, qui est à 25 degrés.

6°. Celle des *bains de Saint-Sauveur*, à 28 degrés de chaleur.

7°. et 8°. Les eaux de *Cauterets*, où l'on compte onze sources, dont il a analysé celle de la *Raillère*, à 34 degrés de chaleur ; et celle dite *des Espagnols*, à 38 degrés.

9°. Les eaux de *Bagnères-de-Luchon*, si célèbres sous les Romains, et si peu fréquentées de nos jours, dont huit chaudes allant de 24 à 51 degrés de chaleur, deux tièdes et autant de froides ; il a analysé la source dite *de la Reine*.

10°. Les eaux de *Bagnères-Adour*, fournies par huit sources ; il donne l'analyse de celle



## NOTE

*Sur un Aérolithe tombé en Moravie, et sur une  
Masse de fer natif tombée en Bohême ;*

Par M. GILLET-LAUMONT.

M. le chevalier *de Schreibers*, conseiller et directeur des collections d'histoire naturelle de S. M. l'Empereur d'Autriche à Vienne, a fait connaître la chute d'un *aérolithe* offrant des anomalies frappantes avec tous ceux jusqu'ici connus. J'ai deux morceaux de cette variété : l'un m'a été donné à Milan par le père *Pini*, en 1813, comme tombé en Moravie ; mais n'étant point attirable à l'aimant, ne contenant point de fer à l'état natif, comme toutes les autres pierres tombées de l'atmosphère, je doutai de sa réalité comme *aérolithe* : plusieurs personnes même le regardèrent comme un morceau de creuset. Le plus gros morceau m'a été donné par M. *de Schreibers* ; il est encore revêtu de sa croûte presque en totalité ; il n'est pas plus attirable que l'autre, ne contient point de fer à l'état métallique ; mais il a une plus grande quantité d'alumine et de chaux que les autres *aérolithes*, et est plus léger, sous le même volume ; il présente une surface noire, luisante et comme chagrinée, qui le distingue des autres *aérolithes* au pre-

mier aspect. M. Vauquelin a trouvé qu'il contenait :

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Silice. . . . .             | 50  |
| Chaux. . . . .              | 12  |
| Alumine. . . . .            | 09  |
| Oxyde de manganèse. . . . . | 01  |
| Oxyde de fer. . . . .       | 29  |
|                             | 101 |

Une trace de nickel et un atome de soufre (1).

M. le chevalier *de Schreibers* a constaté lui-même que cette pierre était réellement tombée, le 22 mai 1808, à Stannern, près d'Iglaw, en Moravie.

Le même savant m'a donné un autre morceau fort intéressant ; il est entièrement de *fer natif*, et détaché d'une masse pesant plus de 190 livres, tombée à Elebogen, sur la rivière d'Eger, non loin d'Egra, et des mines d'étain de Schlackenwad, en Bohême ; ce morceau, séparé de la masse à la scie, a été depuis taillé à la lime en forme de coin. Ce fer, étant mis dans l'acide nitrique, a la propriété d'y être attaqué inégalement, et de présenter alors des parties *noirâtres en creux*, et d'autres *blanches en relief* ; celles-ci se rencontrent souvent en faisant entre elles des angles de 60 et 120 degrés, et offrent des triangles et un arrangement particulier, qui indique une loi de cristallisation.

(1) Mémoire sur la chute des pierres, par M. Bigot de Morogues, pag. 232.

Je pense que les parties noirâtres sont du fer surchargé de carbone, *de l'acier*, et les parties blanches du fer sans carbone, ou au moins avec très-peu, ce qui en constitue une matière naturelle analogue à celle dont on fait des damas.

Il paraît probable que ce sont les portions noirâtres qui, s'étant consolidées les premières, ont, pour ainsi dire, cristallisé dans la masse de fer, encore liquide ou pâteuse. M. de Schreibers regarde cette disposition comme un caractère particulier à tous les fers natifs tombés de l'atmosphère.

J'ai essayé de traiter de même, dans l'acide nitrique, deux petits morceaux de *fer natif* trouvés en Sibérie, et détachés de la masse décrite par Pallas; et effectivement des parties *noires* et *blanches* y sont devenues très-visibles; mais dans ces morceaux le fer ayant éprouvé une haute température qui l'a fait comme bouillir, et l'a rendu cellulaire; les marques noires et blanches ont suivi les contours des cavités, et y sont très-remarquables. Les plus blanches ont été respectées par l'acide, et bordent comme d'un filet d'argent les parties les plus noires, qui semblent avoir épuisé le carbone du fer qui les entourait.

J'ai cherché à vérifier si l'idée de M. de Schreibers, qui semble confirmée par le fer natif de Sibérie, se réaliserait sur de l'acier fondu, et sur des fontes de fer refroidies dans des fourneaux et non mallées. J'ai d'abord pris deux lingots *d'acier fondu Poncelet soudable*, dont deux bouts portent encore l'empreinte du moule, tandis que les deux autres

ont été allongés, forgés, et parfaitement soudés ensemble: les deux bouts portant l'empreinte du moule ont été mis dans l'acide; ils n'ont point présenté de parties blanches mêlées avec des parties noires, mais le tout est devenu d'un gris foncé uniforme, ce qui serait encore favorable à l'opinion de M. de Schreibers.

J'ai ensuite choisi dans la collection de De Romé de Lisle, que je possède, deux masses de fonte de fer, citées page 102 de la *Description méthodique d'une collection de minéraux*, faite par ce savant, imprimé en 1773, qui est celle de son propre cabinet. Ces masses

sont marquées <sup>↑</sup> O A. 3., et sont annoncées comme un régule de fer, ou fer de seconde cuite, qui lui avaient été données par M. Grignon, maître de forges à Bayard, en Champagne. Dans l'une, le fer y est en grandes lames, blanches, larges, ayant perdu de leur éclat à l'air, et accompagnées de la substance blanche, fibreuse, dite *amianthe de Grignon*; la partie qui ne contenait pas de cette substance a été limée et trempée dans l'acide nitrique; elle y a été attaquée inégalement d'après le ton de couleur, et a présenté des stries assez analogues à celles qui sont produites sur le fer trouvé à Elebogen, en Bohême.

L'autre masse, portant encore l'étiquette mise par De Romé de Lisle, et disposée en grandes lames blanches, qui ont conservé beaucoup d'éclat, a été limée par un bout avec soin, et mise par ce côté dans l'acide: elle en est sortie en présentant une couleur blanche égale,

et portant des stries profondes, brillantes, parallèles entre elles, et se rencontrant de manière à former des angles de 60 et 120 degrés, de même que l'on en observe dans le fer trouvé à Elebogen.

Ces faits, qui sembleraient admettre, dans des fers sortis de nos fourneaux, une disposition intérieure qui les rapprocherait de ceux tombés de l'atmosphère, demanderaient à être vérifiés sur un plus grand nombre de morceaux pour pouvoir en tirer des conséquences qui altéreraient l'opinion d'un savant comme M. de Schreibers; opinion qu'il serait au contraire à désirer de voir confirmer par les naturalistes, pour donner un moyen certain de distinguer les fers tombés de l'atmosphère, de ceux produits par l'art.

*Explication des figures.*

La planche n<sup>o</sup>. VIII représente, *fig. 1, 2, 3, 4 et 5*, le morceau de fer natif tombé en Bohême après avoir été mis dans l'acide nitrique, vu sous ses cinq faces: l'acide, conduit avec précaution, a attaqué les parties noires plus profondément que celle d'un gris-blanc, et a donné à ces dernières un relief suffisant pour pouvoir en tirer des épreuves colorées qui ont servi à graver, de manière que les traits représentés en blanc sur la gravure, sont exactement ceux en relief, et d'un gris-blanc, qui existent sur le morceau de fer en forme de coin.

La *fig. 1<sup>re</sup>* représente une des faces triangulaires du coin, dont le côté *ac* répond aux

mêmes lettres du parallélogramme; *fig. 2*, qui lui est contigu sur le morceau et sur la planche; en suivant ainsi les stries tracées sur les autres faces, on y reconnaît facilement une correspondance très-remarquable sur le morceau entre plusieurs des stries situées sur les faces adjacentes; on peut en prendre une idée en rapprochant, par la pensée, les *fig. 1, 2, 3, 4 et 5*, de manière à en composer un coin, dont la dernière formerait la tête.

Les *fig. 6 et 7*, même planche, représentent les empreintes des deux morceaux extraits de la masse de fer trouvée en Sibérie, et décrite par Pallas; ils ont pris moins de relief dans l'acide que le fer trouvé en Bohême, et cependant suffisamment pour que le graveur, avec des soins, pût exprimer fidèlement les parties noires, celles grises, et les filets blancs d'argent qui entourent les parties les plus noires.

G. L.

## NOTE

Sur les Mines de plomb de Northumberland (1).

CETTE contrée est une des plus riches de l'Angleterre, sous le rapport de ses productions métalliques. On y compte plus de cent mines de plomb, dans une seule desquelles on emploie une machine à vapeur, les autres ayant des machines mues par des cours d'eau. La quantité de minerai qu'on en retire chaque année, est de 540,000 quintaux; le produit en plomb métallique est de 354,375 quintaux, dont la valeur excède un demi-million sterling (environ 10 millions de francs). Un tiers de cette quantité provient des exploitations du colonel *Beaumont*, un des plus grands propriétaires des mines de l'Angleterre, et peut-être de l'Europe; il obtient annuellement 15,000 onces d'argent qui se trouve allié au plomb; toute la contrée produit 3750 livres *trois* (2) de ce métal.

On a introduit de grands perfectionnemens dans la méthode de griller la mine, et on a augmenté ainsi le produit en plomb. Après que la galène a été passée au bocard, on la soumet au grillage dans un four à voûte surbaissée, à un feu de réverbère. On la fait chauffer au rouge en la remuant continuellement, et en ayant soin de ne pas pousser la chaleur au point que le minerai entre en fusion; lorsqu'il commence à s'amolir, on arrête le feu. Ce procédé donne une couleur foncée à la galène; il se dégage pendant l'opération une vapeur blanche qui est recueillie dans de longues cheminées horizontales construites exprès; c'est un mélange d'environ cinq parties de carbonate de plomb, et trois parties d'oxyde d'antimoine dont la pesanteur spécifique est de 5,882. On vend cette substance dans le commerce, où elle est connue sous le nom de *fumée de plomb*; on l'emploie comme couleur. On voit qu'il se dégage une portion assez considérable de plomb

(1) Cet article et le suivant sont extraits de Journaux anglais.

(2) La livre *trois* d'Angleterre est à la livre ancienne de France, poids de marc, comme 372,6 est à 489,2.

Fig. 34.

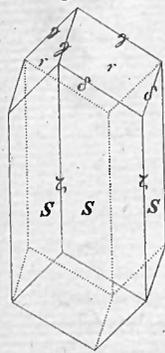


Fig. 35.

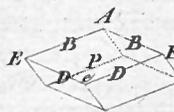


Fig. 38.

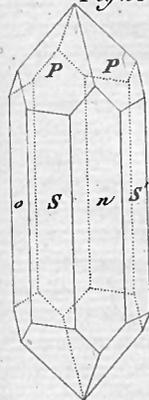


Fig. 39.



FER

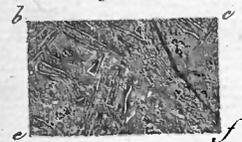
Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 5.



LOI DE SYMÉTRIE.

Fig. 34.

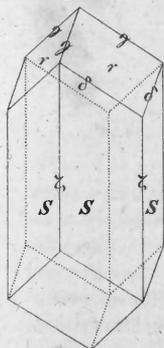


Fig. 36.

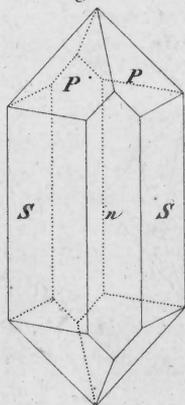


Fig. 35.

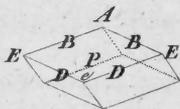


Fig. 37.

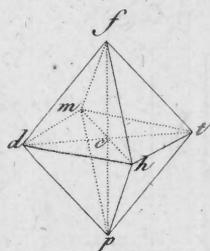


Fig. 38.

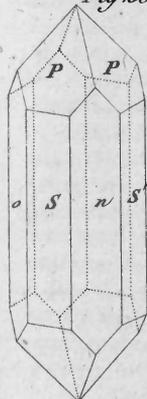


Fig. 39.

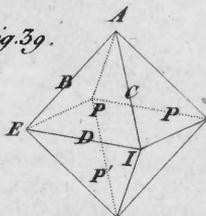
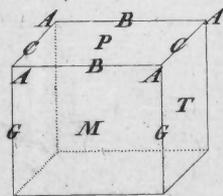


Fig. 40.



FER NATIF TOMBÉ EN BOHÈME.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

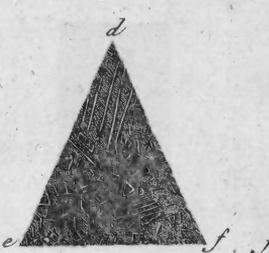


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



pendant le guillage ; peut-être pourrait-on parvenir à en diminuer la quantité en tenant le feu aussi bas que possible ; il paraît que c'est l'antimoine qui favorise le dégagement du plomb pendant ce procédé. La galène grillée contient 25,974 de plomb et 4 de soufre.

Le minerai est ensuite jeté avec de la houille sur un foyer ouvert, ou le feu est activé à l'aide de soufflets mus par l'eau. On projette de tems en tems un peu de chaux sur la masse, afin d'empêcher que les scories ne coulent. Le plomb est ainsi réduit à l'état métallique, et tombe goutte à goutte dans une cavité pratiquée au fond du foyer, d'où on le retire ensuite pour le couler en saumons.

Les scories retiennent une quantité considérable de plomb à l'état métallique ; pour l'en séparer, on les jette dans un fourneau à vent, où elles sont fondues à l'aide d'une chaleur suffisante. Le plomb est recueilli au fond du fourneau ; les scories liquides coulent dans un réservoir rempli d'eau, où elles prennent l'aspect d'une matière noire vitrifiée. M. Thomson a analysé cette matière, et l'a trouvée composée de silice, de chaux, d'oxyde de fer mêlé d'un peu d'alumine, d'oxyde de plomb et d'oxyde d'antimoine, dont les proportions varient suivant les circonstances ; sa pesanteur spécifique est de 3,225. Mêlées avec de la chaux, ces scories forment un très-bon mortier. Ordinairement on les fait fondre de nouveau, et le plomb qu'on en retire compense et au-delà les frais de l'opération.

Lorsqu'on suppose que la valeur de l'argent allié au plomb est susceptible de couvrir la dépense, on convertit le plomb en litharge en l'exposant à la chaleur sur un têt ou fourneau approprié à cet usage. L'argent reste au fond du creuset, et la litharge est de nouveau réduite à l'état métallique. Traité de cette manière, le plomb se vend dans le commerce, sous le nom de *plomb raffiné* ; c'est le plus pur et le plus estimé.

## N O T E

*Sur le Plomb de la Chine.*

M. Thomson ayant eu besoin de plomb pour quelques expériences chimiques, et ne pouvant disposer que d'une feuille

de plomb qui avait servi de doublure à une caisse à thé provenant de la Chine, fut très-surpris de trouver ce plomb allié avec de l'étain. L'analyse qu'il en fit lui donna 95,8 de plomb et 4,2 d'étain. On sait que l'alliage de l'étain donne plus de dureté et de tenacité au plomb, et le rend moins nuisible pour la fabrication des vases employés aux usages domestiques. Voici le moyen très-simple que les Chinois pratiquent pour former les feuilles de plomb. On prend deux tôles larges et plates, qu'on double intérieurement d'un papier très-épais; après les avoir placées l'une sur l'autre, l'ouvrier les ouvre un peu à l'un des angles, et y verse la quantité de plomb nécessaire pour former la feuille; ensuite il les presse fortement avec le pied. Pour prévenir l'oxydation du métal, on emploie une espèce de résine nommée *dumner*. Les boîtes à thé qui ont une apparence cristallisée, et qu'on nomme *feuilles de bambou*, sont faites en étain par le même procédé.

---

## JOURNAL DES MINES.

---

N<sup>o</sup>. 226. OCTOBRE 1815.

---

### AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines, et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte Molé, Pair de France, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

---

### NOTICE

*Sur les dépenses et les produits de diverses méthodes employées pour fondre la galène argentifère des mines de Viconago, en Italie;*

Par ACHILLE, Comte de JOUFFROY.

LES mines de Viconago sont situées près du lac de Lugano, à peu de distance du pied du mont Saint-Gothard, dans la chaîne de  
 Situation des mines de Viconago.

Volume 38, n<sup>o</sup> 226.

Q

montagnes de médiocre élévation qui succèdent aux granites, et sont séparées de la plaine de la Lombardie par des collines calcaires de seconde formation (1).

Ces montagnes métallifères reposent généralement sur une base de granite ou de gneiss. Leur masse est formée de schiste micacé, entremêlé de roche argileuse compacte. Leurs sommets sont recouverts par des bancs de cette roche argileuse, parsemée de grains calcaires, à laquelle les Allemands ont donné le nom de *feldspath porphir*. Elles renferment en beaucoup d'endroits des sulfures de cuivre, d'antimoine, de plomb; des pyrites aurifères, des minerais de fer spathique; hématite, spécu-

(1) En quittant la plaine de la Lombardie pour s'approcher du mont Saint-Gothard, on rencontre d'abord une chaîne de collines composées de brèches, formées par des fragmens roulés de gneiss, de granites, de serpentines, et d'autres roches primitives provenant des Hautes-Alpes, et réunis par un ciment argileux. En quelques endroits, ces brèches contiennent aussi des substances calcaires. Après ces collines, on trouve une chaîne de montagnes calcaires avec quelques coquillages, mais sur-tout parsemées de cette calcédoine noire qui semble représenter, d'une manière informe, des figures diverses. Entre les couches de ce calcaire, on a rencontré des couches peu épaisses d'excellente houille. A ces montagnes succèdent, toujours en montant, les montagnes métallifères dont il s'agit ici. Il est à remarquer que les couches de *feldspath porphir*, qui recouvrent ces dernières presque par-tout, et que M. Brocchi a nommées *granitoïdes*, sont entremêlées de bancs fort épais de grès siliceux; ce qui semblerait indiquer une formation contemporaine de ces deux roches d'une nature si différente; ou même que ce *porphir* a recouvert, en quelques endroits, le grès déjà formé.

laire; des filons de sulfate de chaux couleur de rose, demi-opaque. Quelques-unes de ces mines sont exploitées pour le fer et le cuivre; mais la plus considérable de toutes est celle de plomb argentifère de Viconago.

Les filons de cette mine sont renfermés dans le schiste micacé argentin, dont ils coupent transversalement les couches; le plus considérable est celui nommé de *Saint-Louis*; ce beau filon a été reconnu sur une longueur de 500 toises, et suivi par une galerie de 130, et des puits de 40 toises de profondeur. Il a été trouvé par-tout d'une nature presque égale; sa direction est du S. O. au N. E; son inclinaison très-rapprochée de la perpendiculaire, de 86 à 87 degrés à l'horizon. Sa puissance est de trois à quatre pieds. Sa gangue est un mélange de la roche de la montagne, accompagné de quartz, de sulfate de baryte, de fluat de chaux, de sulfate de chaux, de fer spathique, rassemblés confusément. La galène est dispersée dans ce mélange en petits filets et en ramifications, dont peu excèdent l'épaisseur du doigt. Dans quelques cavités, qui sont rares, elle se présente en petits cristaux octaèdres; presque par-tout elle est en petits grains très-fins, et tellement dispersée dans la gangue, que tout ce filon ne produit que du minerai à bocard.

Une expérience que j'ai faite sur 47 toises de galerie, extraites sur différens points de ce filon, et dont j'ai tenu compte exact des produits, m'a démontré que chaque toise de galerie, calculée à raison de 144 pieds cubes, produit 40 milliers de minerai brut, qui, bocardé et lavé, ont rendu 680 de schlich ou minerai

Produit de ces mines.

pur ( poids de 12 onces ), contenant 306 livres de plomb et 17 onces d'argent. Ce qui, d'après le prix commun de ces métaux, porte le produit d'une toise de galerie à 209 francs environ. La dépense d'excavation, entretien de galeries, bocardage et lavage, peut être évaluée dans les travaux en grand, à 150 fr. Il reste donc 59 fr. pour les dépenses de fonderie, et le bénéfice des entrepreneurs.

Note historique.

Ces mines, exploitées superficiellement dès l'année 1550, furent abandonnées dans le siècle suivant, probablement parce que, l'usage des bocards et des laveries perfectionnées n'y étant pas encore introduit à cette époque, le minerai, très-difficile à fondre dans son état impur, ne payait pas la dépense: elles furent reprises en 1800 sous la conduite d'un habile minéralogiste allemand, M. d'Odmarck, qui forma une société à cet effet, et, pendant huit années consécutives de travail, dépensa dans cette exploitation plus de 500,000 fr.

M. d'Odmarck fit construire seize corps de bâtimens pour contenir les bocards et laveries. La vallée, auparavant presque inaccessible, dans laquelle fut ouverte la principale galerie, devint par ses soins une espèce de village rempli d'usines, où 300 ouvriers étaient incessamment occupés à l'extraction et à la préparation du minerai. Il fit percer diverses galeries de traversé et d'écoulement. Enfin, les fonds ayant manqué à cette société, elle fut obligée d'abandonner les travaux en 1809.

A cette époque, je fus engagé à visiter ces mines, et à y réorganiser des travaux. Ceux des souterrains me parurent bien conçus, et

je ne crus pouvoir mieux faire que de suivre les plans de mon prédécesseur. Ceux des bocards et laveries n'exigèrent que quelques perfectionnemens de détail; mais ceux des fonderies étaient défectueux; et c'était là une des causes principales des pertes de la société Odmarck. On m'assura, dès mon arrivée, que le minerai était d'une nature très-difficile à traiter dans les fontes en grand. Je fus donc forcé de m'occuper presque exclusivement de cette partie intéressante des travaux; et c'est le résultat de mes expériences qui fait le sujet de cette Notice.

L'essai du minerai bocardé et lavé, ou schlich, m'a produit, sur 100 parties. Analyse du minerai.

|                               |   |                     |        |
|-------------------------------|---|---------------------|--------|
| L'analyse y a fait découvrir. | { | Antimoine. . . . .  | 2,25.  |
|                               |   | Soufre. . . . .     | 18,00. |
|                               |   | Ox. de fer. . . . . | 1,00.  |
|                               |   | Silice. . . . .     | 20,00. |
|                               |   | Alumine. . . . .    | 6,50.  |
|                               |   | Chaux. . . . .      | 3,50.  |

97,21.

Plus, une petite quantité indéterminée d'acide sulfurique, de baryte, et de potasse.

La première méthode employée en 1806 pour foudre le minerai, consistait à le griller sur bûche, à l'air libre, et à le passer dans cet état au four à manche avec des scories ferrugineuses pour lui servir de fondement. Le relevé des registres de l'Administration, les rapports des ouvriers employés à cette opération, et tous les renseignemens que j'ai pu me procurer à ce sujet, m'ont démontré que de cette

manière on n'avait jamais retiré que 330 livres de plomb d'œuvre par millier de schlich. Ce qui présente une perte de 125 livres par millier de minerai, au-dessous de l'essai.

80 milliers de minerai fondus en 1806 par cette méthode, ont donné les résultats suivants :

*Produit.*

26,500 livres de plomb contenant 182 marcs d'argent dominant (33 pour 100).

*Dépenses.*

|                                                                                                                     |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Bois de hêtre en bûches, consommé dans neuf grillages successifs, 900 quintaux métriques à 1 f. le quintal. . . . . | 900 f. |
| 15 milliers de scories de fourneau à fer, coûtant, à raison du transport, 7 f. le millier. . . . .                  | 105    |
| 300 mesures de charbon de bois fort, formant ensemble 7500 pieds cubes à 4 f. la mesure. . . . .                    | 1,200  |
| 40 journées de maître fondeur à 3 f. 50 c. . . . .                                                                  | 140    |
| 240 journées d'ouvriers et manœuvres à 1 f. 50 c. . . . .                                                           | 360    |
| Total de la dépense. . . . .                                                                                        | 2,705  |

Il résulte que les frais de cette fonte se sont élevés à plus de 33 francs par chaque millier de minerai, auxquels ajoutant 125 livres de plomb perdu dans l'opération, et évaluées à 84 fr. 30 c., on voit que cette méthode a réellement coûté aux entrepreneurs 117 fr. 64 c. par millier de schlich.

Les données ci-dessus démontrent aisément que la méthode défectueuse adoptée dans cette fonte, suffisait pour absorber, et au-delà, tous

les bénéfiques que la Société pouvait se promettre de cette exploitation.

En 1808, M. d'Odmarck abandonna cette méthode, et introduisit dans ses fonderies le procédé adopté par M. de Blumenstein, à Vienne, qui consiste à désulfurer la galène par le moyen du fer. A cet effet il construisit, à grands frais, un four à réverbère assez mal exécuté, que je trouvai encore en activité à mon arrivée sur les mines, et je continuai à fondre de cette manière une partie du minerai qui y existait.

Le fourneau contenait environ 2000 livres de minerai; après trois heures de feu violemment continué, la galène entra en fusion liquide; alors on y brassait, à plusieurs reprises, 5 à 600 livres de ferraille, ou morceaux de vieux fer. Lorsque tout ce fer paraissait détruit, uni au soufre, et surnageait le bain en forme de scories fluides, on ouvrait le fourneau, et on recueillait au fond du cassin environ 800 ou 810 livres de plomb d'œuvre (40,0 à 40,5 pour 100), si l'opération avait été bien faite. Dans le cas contraire, une partie de la galène, non décomposée, restait unie au sulfure de fer qui s'était formé, et exigeait une nouvelle préparation de bocardage et de lavage, pour pouvoir être remise au fourneau par parties, et dans les coulées successives. Il n'est pas besoin d'observer que les scories maigres de ces fontes, composées presque entièrement de sulfure de fer, ne pouvaient être repassées au fourneau à manche pour en extraire la petite quantité de plomb et d'argent qu'elles retiennent toujours, sans avoir été préalablement bien dé-

Fonte de 1808.

souffrées; opération qui eût entraîné à plus de dépense qu'on n'en eût retiré de produit.

|                                                                                          |      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| Chaque coulée durait 15 à 18 heures, et consommait 15 quintaux de bois, coûtant. . . . . | 15f. | c. |
| 6 quintaux de vieux fer, coûtant. . . . .                                                | 42   |    |
| La main-d'œuvre environ. . . . .                                                         | 10   | 50 |
| <hr/>                                                                                    |      |    |
| Total de la dépense pour deux milliers de minerai. . . . .                               | 67   | 50 |

Quoique les dépenses de cette fonte fussent à peu près égales à celles de la précédente, on voit qu'elle était bien préférable sous le rapport des produits, puisque le déchet du métal n'y est que de 50 livres par millier au lieu de 125 souffert par le grillage sur bûche.

Mais l'embarras de me procurer une quantité assez considérable de vieux fer (la grenaille de fer de fonte ne remplissant pas aussi bien l'objet), joint à la construction défectueuse du fourneau qui s'était fendu dans les dernières coulées, et laissait perdre une partie du métal, me déterminèrent, au lieu de le reconstruire, à chercher une méthode de fusion plus économique et plus productive.

J'avais suivi, pendant quelque tems, les travaux des mines de plomb de Bleyberg, en Carinthie. Dans ces fonderies on ne fait presque usage que de fours à réverbère, dont le sol est incliné vers la bouche, d'un pouce par pied. On y étend le schlich, et on pousse graduellement le feu en agitant continuellement le minerai avec des spatules de fer. Lorsque la plus grande partie du soufre est

Méthode  
de Bleyberg  
en Carin-  
thie.

évanouée, le métal commence à paraître, et coulant sur le sol incliné, vient sortir par la bouche du fourneau. Les spatules de fer dont on fait usage dans ce travail, contribuent sans doute aussi, en se détruisant, à désoufrer la galène; car on en consomme ordinairement plusieurs à chaque coulée. On retire de cette manière les  $\frac{2}{3}$  du plomb contenu; et, lorsqu'on a réuni une suffisante quantité de scories de ces fontes, on les repasse au fourneau à manche pour en extraire le restant.

Je résolus de mettre en usage, à Viconago, un procédé analogue à celui de la Carinthie. Mais la galène de Bleyberg a la gangue calcaire, elle est à larges facettes, très-riche en plomb, et ne contient presque pas d'argent. Tous ces caractères, bien différens de ceux de la galène de Viconago, dont j'ai rapporté l'analyse, semblaient m'indiquer que le même procédé pourrait n'être pas applicable à toutes les deux. On me dit, en outre, qu'on avait construit, dans les années précédentes, un fourneau suivant l'usage de Bleyberg, non loin de Viconago; qu'un fondeur, venu exprès de la Carinthie, avait voulu traiter le minerai par cette méthode, et qu'après plusieurs essais infructueux, il avait dû renoncer à son entreprise, sans avoir pu retirer de son four à réverbère une seule once de plomb. Malgré ces observations, connaissant d'ailleurs les préjugés ordinaires des fondeurs allemands, je ne me décourageai pas, et je construisis un fourneau, le plus économiquement, à la vérité, qu'il me fut possible.

Ce fourneau était double, ou à deux lits, avec le foyer au milieu. Il contenait un millier

de schlich qu'on distribuait également des deux côtés. Il fut construit en dix jours, et coûta 650 francs.

Après divers essais dont le détail serait trop long à rapporter ici, je crus devoir m'en tenir définitivement au procédé que je vais décrire.

Après avoir étendu le minerai sur le sol du fourneau, on y entretient et on y modère le feu avec toutes les précautions possibles, de manière que l'intérieur du fourneau et le minerai lui-même ne soient jamais que d'un rouge cerise, jusqu'à ce que le minerai n'exhale plus aucune odeur sensible de soufre. On l'agite presque continuellement avec des ringards; ce minerai étant très-fusible, cette opération est assez délicate sous le rapport de la conduite du feu; un instant d'une flamme un peu vive suffit pour déterminer une fusion pâteuse à la superficie du minerai, qui s'agrumèle et s'unit en pelotes. Dans ce cas, il n'y a d'autre remède que de laisser tomber le feu, et de pulvériser de nouveau le minerai dans le fourneau même, à l'aide des ringards; opération qui ne se fait point sans quelque fatigue et sans perte de tems.

Après trois ou quatre heures d'un feu modéré, le minerai paraît suffisamment désulfuré; alors on augmente le feu, il entre en fusion, et descend sur le sol incliné vers la bouche du fourneau, en faisant un bruit semblable à celui de l'huile chauffée dans une poêle. C'est alors un verre de plomb uni aux terres vitrifiées, et à une portion de soufre qui en est inséparable, quelque soin qu'on ait apporté à la conduite du feu. Lorsque cette masse en fusion s'approche de la bouche du fourneau, on y jette, par

Fonte de  
1811, par  
l'auteur.

pelletées, du poussier de charbon et de la braise du foyer pour l'arrêter. Ce charbon, en se consumant, revivifie du plomb, et ce métal ne tarde pas à paraître. En continuant de cette manière, on retire communément les trois quarts du métal contenu. Le feu, poussé jusque-là par degrés, est arrivé au point que tout l'intérieur du four est d'un blanc étincelant. Le minerai cependant, est devenu de moins en moins fluide; dans cet état on y projette peu à peu du minerai de fer spathique bocardé et lavé (1), jusqu'à la concurrence de 100 livres de poids. En remuant le mélange, il prend la forme d'une pâte dure, qu'on retire du fourneau; et, lorsqu'elle est refroidie, on la brise par morceaux pour la passer au fourneau à manche, où, sans le secours d'aucun autre fondant, on retire tout le plomb qu'elle contient. La différence

---

(1) Ce minerai de fer est extrait dans la galerie de traverse de la mine, où, après avoir dépassé le filon de Saint-Louis pour aller à la recherche d'autres filons, on a rencontré une masse de fer spathique assez riche pour déterminer les entrepreneurs à l'exploiter, et à établir un haut fourneau de 32 pieds de hauteur pour la fondre. Ce minerai est combiné par-tout avec du sulfate de chaux. Ce qui force à le bocarder et à le laver, parce que, le sulfate de chaux se décomposant dans le haut fourneau, par le contact du charbon, le soufre s'unit au métal, qui répand, en sortant, une forte odeur sulfureuse, et n'est pas propre à l'affinage. Ce minerai, bocardé et lavé, contient plus de 50 pour 100 de fer doux. J'ai fait, sur son traitement, une suite d'expériences intéressantes, qui m'ont conduit à porter dans la construction du foyer de fusion, dit à la catalane, quelques perfectionnemens qui me paraissent mériter d'être décrits dans un Mémoire particulier.

de son produit avec celui résultant de l'essai, n'ayant été trouvée que de  $\frac{1}{2}$  pour 100,

L'opération que j'ai faite sur 60 milliers m'a donné les résultats suivans :

*Produit.*

27,000 livres de plomb d'œuvre (45 pour 100), contenant 183  $\frac{1}{2}$  marcs d'argent.

*Dépenses.*

|                                                                    |        |
|--------------------------------------------------------------------|--------|
| 480 quintaux métriques de bois de hêtre à 1 f. le quintal. . . . . | 480 f. |
| 54 quintaux de mine de fer bocardée et lavée. . . . .              | 72     |
| 60 mesures de poussier ou menu charbon. . . . .                    | 120    |
| 120 mesures de charbon pour le fourneau à manche. . . . .          | 480    |
| Salaire d'un maître fondeur et de trois ouvriers. . . . .          | 132    |

Total de la dépense pour 60 milliers. 1284  
non compris les frais d'administration et d'entretien des bâtimens.

Pour plus grande intelligence de ce qui précède, je présente ici (p. 255) un tableau comparatif des produits et des dépenses, calculés sur un millier de minerai, d'après les diverses méthodes de fusion employées dans ces mines, et ci-dessus décrites.

De plus, j'ai joint à cette Notice les dessins d'un fourneau à réverbère, de mon invention (*Voy. la pl. IX*), qui a servi à la dernière fonte de 60 milliers, et qui m'a paru, sous le rapport de la facilité du travail et de l'économie du combustible, l'emporter de beaucoup sur ceux en usage dans la Carinthie.

Il ne me reste qu'à observer, que bien que des galènes de différentes natures puissent exiger quelque diversité de traitement dans la fonte, il n'en existe aucune, du moins à ma connaissance, qui ne puisse être fondue convenablement par une méthode analogue à la dernière ci-dessus décrite, sauf à lui fournir des fondans si sa gangue est réfractaire, et à conduire le feu selon ce qu'elle exigera. Ainsi cette méthode, qui n'est point nouvelle, et dans laquelle je n'ai peut-être d'autre mérite que celui de l'avoir exécutée avec soin, et d'y avoir introduit l'addition du minéral de fer, me paraît devoir être recommandée préféralement à toute autre, pour la fonte des minerais de plomb sulfureux; persuadé que, lorsqu'un peu d'expérience aura indiqué au fondeur la marche à suivre, on reconnaîtra que c'est la plus économique et la plus productive.

Enfin je ne saurais trop recommander d'abandonner, une fois pour toutes, la méthode désavantageuse de griller le minerai sur bûche à l'air libre. Outre la plus grande consommation de combustible qu'elle exige, le métal y souffre un immense déchet. Ne pouvant y diriger également la force du feu, le minerai ne se désoufre point dans certains endroits, tandis que dans d'autres le métal est volatilisé par la violence de la chaleur. Si le minerai est fusible, comme celui dont nous avons parlé ici, il s'agglutine et se réunit en masses demi-vitrifiées, dans lesquelles le soufre demeure inséparablement uni. Si dans cet état on le passe au fourneau à manche, on n'obtient presque

que des mattes sulfureuses; et, pour en retirer le métal, on est forcé de le pulvériser, et de l'étendre de nouveau sur le bûcher de grillage. Or, chacune de ces opérations entraîne toujours perte de tems, de métal et de combustible. Ces considérations doivent indubitablement y faire substituer par-tout la méthode de grillage au réverbère.

*Explication de la planche IX.*

- A. Coupe du plan du fourneau à la hauteur des lits.  
B. Elévation extérieure.  
C. Coupe de l'intérieur du fourneau.  
D. Profil de l'intérieur du fourneau.

*Les numéros suivans servent pour les quatre figures.*

1. Foyer du fourneau avec sa grille.
2. Sol du fourneau divisé en deux lits par le foyer.
3. Cendrier.
4. Grande cheminée.
5. Petites cheminées qui correspondent à chacun des deux lits, et se réunissent à la grande cheminée dans la partie postérieure du dessus du fourneau.
6. Partie verticale de ces petites cheminées.
7. Registre placé au-dessus de chaque botche du fourneau, et formé par une brique, servant à régler l'aspiration de la flamme sur chacun des deux lits du fourneau.
8. Portes murées, qui ne s'ouvrent que lorsque les cheminées ont besoin d'être nettoyées.
9. Voûtes servant à alléger le massif du fourneau.
10. Bouches du fourneau par lesquelles on introduit le minéral sur le sol, et par lesquelles le métal coule en dehors.

*TABLEAU comparatif des Produits et des Dépenses des trois méthodes employées pour fondre la Galène argenteuse de Viconago, en Italie.*

| PRODUIT<br>des fontes<br>par chaque<br>millier<br>de minéral. | COMBUSTIBLES.     |                          |                                 | FONDANS ET MATIÈRES DIVERSES.     |                               |                                                   | DÉCHET<br>au-dessous<br>de l'essai<br>par millier. | TOTAL<br>de la<br>dépense<br>par<br>millier.<br>frances. |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                               | Bois de<br>hêtre. | Charbon de<br>bois fort. | Poussier et<br>menu<br>charbon. | Scories<br>de fourneaux<br>à fer. | Ferraille<br>ou<br>vieux fer. | Minerais<br>de fer<br>bocardés.                   |                                                    |                                                          |
| Plomb<br>d'essai.<br>Quint.<br>Poids de<br>12 onc.            | Quint.<br>métriq. | Nomb.<br>de<br>mesur.    | Nomb.<br>de<br>mesur.           | Quint.<br>métriq.                 | Quint.<br>Poids de<br>12 onc. | Pbmb<br>d'essai.<br>Quint.<br>Poids de<br>12 onc. | f. c.                                              | f. c.                                                    |
| 3,30                                                          | 11,00             | 3, $\frac{1}{3}$         | 14,00                           | 1,90                              | 1,33                          | 1,25                                              | 84,40                                              | 117,64                                                   |
| 4,05                                                          | 273,00            | 7,50                     | 7,50                            | 3,00                              | 21,00                         | 0,50                                              | 38,75                                              | 72,50                                                    |
| 4,50                                                          | 303,75            | 8,00                     | 8,00                            | 2,00                              | 2,00                          | 0,05                                              | 3,37                                               | 25,17                                                    |

Première méthode. Grillage sur bûche; fonte au fourneau à manneant avec scories de fer.

Seconde méthode. Fonte au réverbère avec le scoria du vieux fer; procédé de M. Blumenstein.

Troisième méthode. Procédé de l'ingénieur; fonte au réverbère; mélange de minerais de fer; repassage au fourneau à

A N A L Y S E  
D' U N  
M I N É R A L D U G R O E N L A N D ;

P A R M. V A U Q U E L I N .

*Propriétés physiques.*

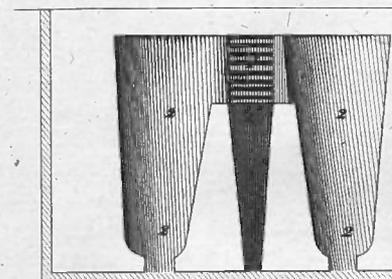
C E minéral, qui m'a été remis par M. Gillet-Launont, est blanc, demi-transparent, ayant une cassure lamelleuse et rayonnée, une dureté assez grande pour rayer légèrement le verre.

*Première expérience.*

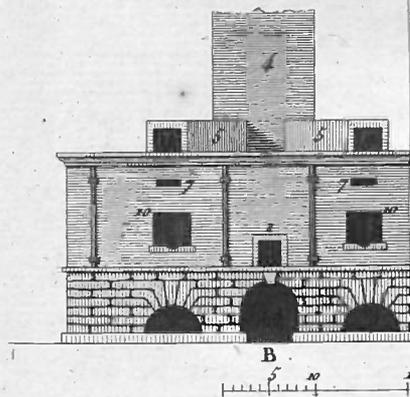
J'ai commencé par traiter cinq grammes de ce minéral avec deux fois son poids d'acide sulfurique concentré ; au moment du mélange il y a eu dégagement de gaz acide carbonique, et développement d'odeur de chlore ; mais il ne m'a pas été possible d'en démontrer la présence de ce dernier par des expériences positives.

Après avoir fait chauffer le mélange jusqu'à ce qu'il n'ait plus dégagé de vapeurs d'acide, je l'ai lavé avec une petite quantité d'eau chaude

F O U R N E A U A I R



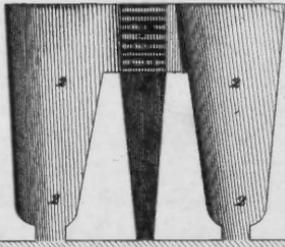
A



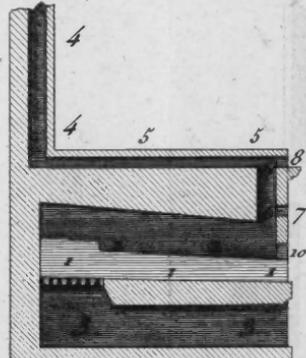
B

*Journal de*

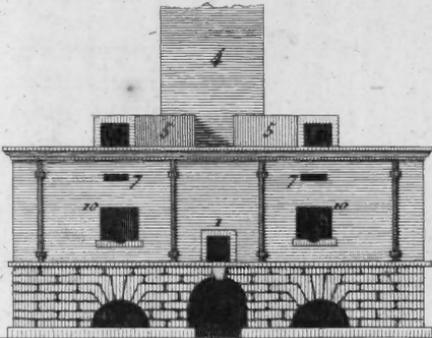
FOURNEAU A RÉVERBÈRE A DEUX LITS.



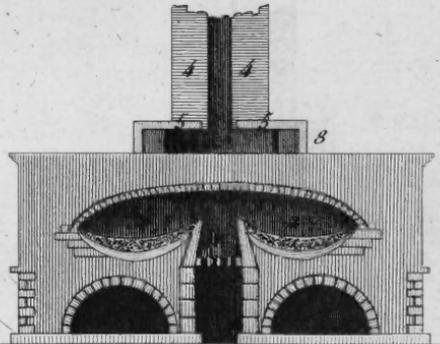
A



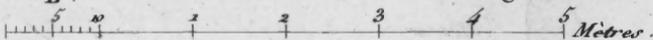
D



B



C



chaude qui n'en a dissout que très-peu ; j'ai fait évaporer jusqu'à un certain degré , et ai ensuite abandonné la liqueur à elle-même ; elle a fourni des cristaux , parmi lesquels j'ai distingué du sulfate de soude , du sulfate d'alumine simple sous la forme de petits mamelons , et du sulfate de chaux en forme de poussière qui était au fond.

*Seconde expérience.*

Ayant d'abord séparé le sel que je soupçonnais être du sulfate d'alumine , je l'ai redissous dans l'eau , et y ai mêlé un peu de sulfate de potasse ; ce mélange m'a en effet donné , au bout de quelques jours , par une évaporation à l'air , de petits cristaux d'alun ; mais il y en avait si peu , qu'à peine on aurait pu le peser.

*Troisième expérience.*

J'ai ensuite détaché les cristaux de sulfate de soude ; et , après les avoir dissous dans l'eau , j'y ai mis de l'ammoniaque qui n'en a séparé que quelques légers flocons ; mais l'eau de chaux y a déterminé un précipité assez sensible : ce qui m'a fait soupçonner qu'il y avait un peu de sulfate de magnésie mêlé avec le sulfate de soude. Ce précipité recueilli , lavé et dissout dans l'acide sulfurique , a effectivement fourni , par une évaporation spontanée , des cristaux de sulfate de magnésie ; mais il y en avait très-peu.

Il paraît donc , d'après ces expériences , que  
*Volume 38, n°. 226.*

la pierre du Groënland contient des traces de soude, de magnésie et d'alumine.

*Quatrième expérience.*

La portion de la pierre qui n'avait pas été dissoute par l'acide sulfurique, et qui était sous la forme de poudre blanche assez fine, ayant été séchée, pesait 6 grammes et demi; elle avait donc augmenté d'un gramme et demi, et même plus, puisque l'acide en avait enlevé une certaine quantité.

Soupçonnant que la plus grande partie de cette substance était formée du sulfate de chaux, je l'ai fait bouillir avec cinq cents parties d'eau distillée, et j'ai obtenu une dissolution qui m'a présenté toutes les propriétés du sulfate de chaux.

*Cinquième expérience.*

Cependant il est resté une certaine quantité de matière d'un blanc mat, qui a refusé de se dissoudre, même par un second lavage à l'eau bouillante; il y en avait un gramme et demi.

Ce résidu n'étant plus attaqué par les acides, on l'a fait rougir dans un creuset d'argent avec quatre fois son poids de carbonate de potasse pur. La matière a été attaquée; elle s'est dissoute ensuite complètement dans l'acide muriatique. La dissolution évaporée a fourni un gramme 35 centièmes de véritable silice; l'eau bouillante employée pour laver cette matière contenait quelques traces de chaux et d'acide sulfurique, quelques portions de sulfate de chaux qui avaient échappées aux premiers lavages.

Il résulte de cette analyse, qui n'est qu'ébauchée, que la pierre du Groënland est composée de chaux.

|                                               |       |
|-----------------------------------------------|-------|
| Silice. . . . .                               | 2,08  |
|                                               | 1,35  |
|                                               | <hr/> |
|                                               | 3,43  |
| Acide carbonique, soude, magnésie et alumine. | 1,57  |
|                                               | <hr/> |
|                                               | 5,00  |

Sur un gramme  $\frac{8}{15}$  qui me restaient de cette pierre, j'ai mis de l'acide nitrique étendu d'un peu d'eau, il s'est produit ici, comme dans la première expérience, une légère effervescence; et, après avoir fait chauffer le mélange, la matière m'a paru, par la légèreté qu'elle avait acquise, avoir été bien attaquée.

La liqueur ayant été étendue d'eau, je l'ai filtrée et évaporée à siccité; la portion non dissoute, lavée et séchée, ne pesait plus qu'un gramme  $\frac{1}{15}$ ; le sel fourni par la dissolution, redissout dans l'eau, et mêlé avec du sous-carbonate d'ammoniaque en excès, a formé un précipité blanc et grenu qui pesait 9 décigrammes.

La liqueur évaporée de nouveau à siccité, et chauffée assez fortement pour dissiper le nitrate d'ammoniaque formé dans l'opération, a fourni une petite quantité de matière saline fondue, dont la solution dans l'eau a donné de petits cristaux rhomboïdaux qui étaient de véritable nitrate de soude: ils faisaient brûler le charbon avec une flamme jaune.

Le précipité obtenu par le carbonate d'ammoniaque, traité par l'acide sulfurique, a été converti presque entièrement en sulfate de chaux; cependant, en lavant avec un peu d'eau

le sel calciné, j'ai obtenu une liqueur qui précipitait légèrement par l'eau de chaux et non par l'ammoniaque, ce qui annonce que cette matière contenait un peu de magnésie.

La pierre dont il s'agit ne paraît pas être homogène; elle renferme une certaine quantité de carbonate de chaux à l'état de mélange. Voici sur quoi le soupçon est fondé; l'acide nitrique a laissé un résidu beaucoup plus abondant que l'acide sulfurique; et, si toute la chaux eût été à l'état de carbonate, cela ne serait pas arrivé: cette différence est due à l'action plus puissante de l'acide sulfurique qui s'est non-seulement uni à la chaux du carbonate, mais encore avec celle qui était unie à la silice. Je crois donc que la pierre est formée de silice, de chaux, d'un peu d'alumine et de magnésie, et qu'elle renferme une portion de carbonate de chaux à l'état de mélange. Il eût été à désirer d'avoir une plus grande quantité de cette substance pour varier les opérations, et connaître les proportions des parties composantes.

---



---

## ESSAI GÉOGNOSTIQUE (1)

SUR

L'ERZGEBIRGE,

*Ou sur les Montagnes métallifères de la Saxe;*

Par A. H. DE BONNARD, Ingénieur en chef au Corps royal  
des Mines.

---

### INTRODUCTION.

LA contrée sur laquelle je me propose de donner quelques renseignemens géognostiques dans ce Mémoire, comprend non-seulement la partie du territoire saxon, désigné sous le nom de *cercle de l'Erzgebirge*, mais encore une petite portion du *cercle de Misnie*, aux environs de Dresde, ainsi que les montagnes assez hautes qui séparent la Saxe de la Bohême, et quelques points de ce dernier royaume, sur le versant méridional de la crête. Ce versant méridional est très-escarpé. En peu d'heures de marche, on parvient, du sommet de la chaîne, dans les plaines de la Bohême, et sur des terrains

---

(1) Le mot *géognosie*, dont se servent les Allemands, pour désigner la science qui s'occupe de l'étude des terrains formant la surface du globe, me semble plus convenable que celui *géologie*, employé jusqu'ici par les Français, surtout, quand, s'abstenant de tout système, on se borne à observer et à décrire la nature et la disposition des terrains.

dont le mode de gisement ne paraît plus dépendre aucunement de leur position relative à ceux qu'on vient de quitter. Du côté de la Saxe, au contraire, c'est peu à peu que les montagnes deviennent moins élevées, et les terrains qui les constituent paraissent, au premier aspect, former un seul ensemble, qui, présentant peu d'escarpemens, mais composé en général de collines à pentes douces et arrondies, et s'abaissant de plus en plus à mesure qu'on avance vers le nord, finit par se perdre sous le sol des plaines des cercles de Leipzig et de Misnie.

L'Erzgebirge est sans contredit un des pays les plus intéressans, de tous ceux que peut visiter un voyageur, sous le point de vue de la géognosie. Il renferme, dans un espace peu considérable, une grande quantité de terrains divers. Les nombreuses exploitations de mines qui y sont en activité, facilitent l'observation de faits cachés à la surface du sol; enfin, il est incessamment étudié par un grand nombre de minéralogistes qui viennent apprendre, du plus célèbre géologue de l'Europe, l'art d'observer la nature, et qui vont aussitôt mettre en pratique ses savantes leçons, dans les diverses parties de cette contrée vraiment classique pour la minéralogie comme pour l'art des mines.

Cependant, la nature offre, dans ce pays, des faits tellement variés, et l'art de l'observation est si peu ancien, et fait des progrès si continuels, que la contrée de la terre qui semble devoir être le mieux connue, offre encore journellement des faits nouveaux en géognosie. Quelques-unes de ces découvertes ont

été faites en 1808, pendant mon séjour dans ce pays. Elles seront exposées dans le cours de ce Mémoire.

Je suis loin d'avoir la prétention de donner une description géognostique complète de l'Erzgebirge. Un voyage de quelques mois ne m'a permis d'y faire que des observations sans doute bien incomplètes; ces observations ont cependant été assez nombreuses pour me permettre de les coordonner entre elles, d'y lier les résultats de celles dont on m'a donné communication, et de me former une idée de la disposition générale des terrains. J'ai dû ces avantages aux bontés que M. Werner a eues pour moi, et aux indications lumineuses qu'il a bien voulu me donner, pour me diriger dans mes tournées, à l'amitié bienveillante de deux de ses élèves les plus instruits, MM. d'Engelhardt et de Raumer, qui m'ont associé à plusieurs de leurs courses, et à l'ensemble de leurs savantes recherches; enfin, à la complaisance de MM. les officiers des mines de Saxe avec lesquels je me suis trouvé en relation.

L'Erzgebirge est peu connu en France, sous le rapport géognostique. L'ouvrage de M. l'ingénieur en chef des mines d'Aubuisson, sur les mines de Freyberg (1), ne traite que de ce qui intéresse l'exploitation, et se borne à l'examen des seules mines des environs de Freyberg. Quoique parcourue par un grand nombre de minéralogistes, cette contrée a été peu décrite, même en Allemagne. La *Géographie miné-*

(1) Des mines de Freyberg, en Saxe, et de leur exploitation; par J. F. d'Aubuisson. Leipsick, 1802.

*logique de la Saxe*, de M. de Charpentier, qui offre sans doute des détails très-instructifs, présente peu d'intérêt dans son ensemble, parce que la manière dont cet ouvrage est rédigé ne permet guère de rapprocher et de généraliser les observations. Les progrès de la minéralogie, depuis l'époque de sa publication, nécessiteraient d'ailleurs une description nouvelle d'une partie des contrées dont il traite. M. de Raumer a publié, en 1811, le résultat de ses principales observations dans la partie orientale de l'Erzgebirge, dans un opuscule (1) qui me paraît pouvoir être regardé comme un modèle de la manière dont on doit écrire en géognosie. Ce travail, et les autres communications que l'auteur a bien voulu me faire, forment une partie des matériaux les plus intéressans de mon Mémoire. Le *Taschenbuch für die gesammte mineralogie*, publié chaque année, à Francfort, par M. Léonhard, renferme deux Mémoires de MM. Pusch (2) et Stroem (3), que j'ai consultés, pour comparer les observations de ces auteurs aux miennes, mais dont l'un ne concerne qu'une seule localité, et l'autre n'examine qu'une espèce de roche. J'aurai occasion

(1) *Geognostische fragmente, von Karl von Raumer. Nürnberg, 1811.*

(2) *Beschreibung einer merkwürdigen abänderung von granit und der in ihm brechenden fossilien zu Penig in Sachsen, von G. B. Pusch. (Taschenbuch für die gesammte mineralogie. 6<sup>ter</sup>. jahrgang. Frankfurth, 1812).*

(3) *Über den granit, von H. C. Stroem. (Taschenbuch für die gesammte mineralogie. 8<sup>ter</sup>. jahrgang, 1<sup>re</sup>. abtheilung. Frankfurth, 1814).*

de les citer. Je ne connais, du reste, aucune description du pays dont je vais essayer de donner une idée.

Je m'attacherai bien plus à faire connaître des observations et des faits, qu'à en tirer des conséquences. Je chercherai à présenter ces faits aussi généralement qu'il me sera possible, pour leur donner plus d'intérêt; mais je m'abstiendrai d'en conclure des principes, dont un plus grand nombre d'observations, ou des observations mieux faites, pourraient bientôt renverser la prétendue généralité.

Je crois que nous sommes beaucoup trop peu avancés dans l'étude de la géognosie, pour nous permettre des théories générales; je crois que l'envie de trop généraliser, et de bâtir des systèmes sur des faits isolés ou peu constatés, est une des principales causes de ce peu d'avancement de la science. Nous avons fait des théories de la terre, des systèmes sur la formation du globe, et nous ne connaissons ni la nature, ni la disposition des couches qui composent l'écorce infiniment mince de ce globe que notre imagination crée au gré de son caprice; nous sommes même bien loin encore de les connaître.

Beaucoup d'observations ont été publiées sur la structure de la terre, qui sont reconnues aujourd'hui sans utilité pour la science. Les unes ont été faites trop légèrement, les autres, faites avec un soin et une exactitude souvent poussés jusqu'au scrupule, sont dépourvues de la méthode qui seule peut les enchaîner ensemble, et rendre cet ensemble profitable aux observateurs à venir.

Un homme, doué d'un génie aussi éminemment observateur que philosophique, et placé dans le pays le plus intéressant et le plus varié, qu'il a étudié sans relâche, a fait connaître l'art d'examiner la nature et le mode de gisement des terrains, et de coordonner les observations, de manière à pouvoir en tirer des conséquences à peu près certaines, sur l'ancienneté relative des différentes roches. Cet homme a fait aussi des hypothèses et des théories, plus ou moins ingénieuses, qui passeront sans doute avec les autres systèmes ; mais l'art d'observer ne passera pas, et les principes de cet art, répandus de plus en plus par les nombreux élèves de M. Werner, suffiront pour attacher à son nom une célébrité qui durera autant que la science dont il a tracé la route.

Un second pas a été fait dans l'étude de la géognosie, et il est dû, en grande partie, à des savans français. On a commencé à examiner, avec un soin tout nouveau, les vestiges des corps organisés renfermés dans les couches des terrains appelés *secondaires*, et à comparer scrupuleusement ces débris d'êtres anciens avec les êtres qui existent aujourd'hui, soit à la surface de la terre, soit dans les eaux douces ou salées ; on a ainsi posé les fondemens d'un nouvel ordre d'observations, appuyé sur des données exactes, et les résultats partiels qu'on en a déjà obtenus, font concevoir l'espérance de résultats généraux d'un grand intérêt pour la science.

Une science ne me paraît mériter réellement ce nom, que lorsqu'elle nous présente un ensemble de connaissances positives. Il serait peut-être exact de dire, que toute la géognosie véri-

table se réduit aujourd'hui aux principes d'observations, dont M. Werner et les savans français dont je viens de parler ont posé les bases. Mais l'application de ces principes a lieu maintenant avec zèle dans toute l'Europe. Elle donne lieu à de nombreux travaux partiels, tous dirigés dans le même esprit ; et ces travaux ébranlent ou renversent, chaque jour, quelques-unes des opinions générales les plus universellement adoptées jusqu'ici, et regardées comme les plus certaines. Ne nous hâtons pas de leur en substituer d'autres qui, fondées encore sur un trop petit nombre de faits, seraient probablement tout aussi peu solides que les premières. Observons et décrivons les terrains d'un grand nombre de contrées diverses, et rassemblons beaucoup de faits constatés, avant de vouloir en déduire des principes généraux.

J'ai cru devoir exposer ces considérations préliminaires, pour justifier, en quelque sorte, la sécheresse de l'essai géognostique suivant. Rien n'est, en effet, plus aride qu'une semblable description. Elle le devient sur-tout, lorsqu'on veut rapporter toutes les observations locales qui ont été nécessaires pour donner aux faits le degré de certitude dont ils sont susceptibles. C'est ainsi que sont écrits, depuis peu, plusieurs ouvrages géognostiques allemands, regardés, avec raison, comme d'excellens matériaux pour la science, mais presque illisibles pour toutes les personnes qui ne font pas une étude spéciale de la géognosie. Le peu de tems que j'ai passé dans l'Erzgebirge, ne m'a pas permis d'entrer partout, dans ces détails multipliés d'observations : les secours que j'ai eus

m'en ont d'ailleurs souvent dispensé, et dans aucun cas, je n'aurais peut-être pu me résoudre à publier en France, un semblable relevé de direction et de pente de toutes les couches d'une contrée peu étendue. Je ne me dissimule pas cependant que, si mon travail en devient moins fastidieux à la lecture, il perd aussi une partie de ses titres à la confiance, en ne renfermant pas le registre entier des preuves des faits qui y sont présentés. Je ne puis y suppléer, qu'en assurant que ces faits ont été observés avec toute l'attention dont j'étais susceptible, et qu'ils sont exposés de bonne foi.

Un autre genre d'intérêt manque à ce Mémoire, sur-tout pour des Français; c'est l'intérêt particulier que nous apportons, depuis quelques années, à l'étude de tous les terrains qui renferment des débris de corps organisés, terrains dans lesquels, grâce sur-tout aux savans travaux de MM. Cuvier et Brongniart, nous commençons à espérer des points de repère certains pour classer leurs différentes époques de formation. Ces époques, d'ailleurs, s'éloignent moins de celles dont nous connaissons ou soupçonnons l'histoire; et, d'un autre côté, la nature et la disposition de ces terrains permettent d'attribuer leur formation à des causes qui se rapprochent plus ou moins de celles que nous pouvons concevoir.

Rien de tout cela n'a lieu pour l'Erzgebirge, qui est presque entièrement *primitif*, et dont le sol est formé de ces roches, qui, autrefois l'objet presque exclusif de l'attention des géologues, les occupent beaucoup moins aujourd'hui que les roches moins anciennes, parce

que les difficultés de leur classement s'accroissent beaucoup avec leur ancienneté, et que d'ailleurs, leur formation est due évidemment à des phénomènes du genre et de la nature desquels nous ne pouvons nous faire aucune idée.

Malgré ces inconvéniens, j'ai cru que, pour une contrée aussi célèbre que l'Erzgebirge, l'aperçu et le rapprochement de faits géognostiques assez variés, dont les uns n'ont été jusqu'à présent présentés que d'une manière isolée, et dont plusieurs même sont nouveaux, pourraient avoir quelque intérêt pour les minéralogistes.

Les principaux de ces faits seront indiqués, avec un grand nombre d'autres renseignemens intéressans pour le minéralogiste et pour le mineur, sur une carte de l'Erzgebirge, qui paraîtra avec le second volume du bel ouvrage *sur la Richesse minérale* (1), de M. Héron-de-Villefosse, maître des requêtes, et inspecteur-divisionnaire des mines de France.

Il pourrait paraître naturel, pour décrire l'Erzgebirge, de commencer par la description des parties les plus élevées, c'est-à-dire, de la crête qui sépare la Saxe de la Bohême, et de rattacher aux différens points de cette chaîne principale, les observations faites sur ses deux versans. Mais l'examen le plus rapide suffit

---

(1) De la Richesse minérale, ou Considérations sur les mines, usines et salines des différens états; par A. M. Héron-de-Villefosse. Paris, 1810.

pour démontrer l'impossibilité de cette méthode, et prouve, qu'ainsi que cela a lieu dans beaucoup d'autres pays, que la constitution physique de ces montagnes n'est point en rapport avec leur constitution géologique. Ainsi, près des bords de l'Elbe, la crête est formée de *grès blanc* (*quadersandstein*), en couches horizontales; en s'avancant au Sud-Ouest et s'approchant d'*Altenberg*, on voit paraître le gneiss incliné tantôt vers l'Est, tantôt vers le Sud, et quelques portions de granite, et d'*Hyalomicte* (1) (*graisen* ou *greiss*), qui renferment les mines d'étain de *Zinnwald*. Plus au Sud-Ouest encore, en suivant toujours les points les plus élevés de la chaîne, on trouve le gneiss

---

(1) Une des principales causes de l'état peu avancé de la géognosie en France, est le manque de noms pour désigner un grand nombre de roches, et la confusion qui s'en est suivie, parce qu'on a désigné sous le même nom des roches très-différentes. Il ne faut qu'ouvrir les ouvrages de nos plus célèbres géologues, de Dolomieu, de Saussure, etc.; pour se convaincre de cette vérité. On attend, avec impatience, la publication de la *Méthode géologique* de l'illustre chef de l'École minéralogique française. M. Brongniart vient de rendre un service essentiel à la science, en proposant une nomenclature à peu près complète, dans son *Essai d'une classification minéralogique des roches mélangées*, inséré dans le *Journal des Mines de France*, n°. 199. Je m'empresse d'adopter cette nomenclature, et désire vivement que tous les minéralogistes de France l'adoptent aussi, pour que nous puissions enfin parvenir à nous entendre. J'aurai soin de citer toujours, à côté du nom français, le nom allemand de la roche dont je parlerai. Les minéralogistes allemands ont ce bonheur que leur langue est depuis long-tems fixée, et que personne ne songe à la changer.

et le micaschiste (*glimmerschieffer*), inclinés en général vers le Nord, et qui semblent s'appuyer sur un granite en bancs horizontaux, lequel ne constitue jamais les sommités de la crête. Ces diverses dispositions de roches paraissent entièrement indépendantes l'une de l'autre; mais chacune paraît liée à un système particulier de gisement, dont il faut rechercher le noyau, en faisant abstraction de la forme extérieure du terrain.

Un plus grand nombre d'observations conduit à rapporter toute la constitution géognostique de l'Erzgebirge à trois systèmes ou groupes principaux, ayant chacun un centre particulier, et composés de roches dont la disposition n'a aucun rapport avec celle des autres groupes, du moins quant aux terrains *primitifs* qui les constituent essentiellement.

Le premier, que je nommerai *groupe ou système de l'Est*, paraît composé de roches groupées autour d'un noyau granitique, situé près et à l'Est de Freyberg.

Le second, que j'appellerai *système du Sud-Ouest*, se compose de roches, dont une partie s'appuie visiblement sur le granite du Nord de la Bohême et du Sud-Ouest de l'Erzgebirge.

Le troisième, auquel je donnerai le nom de *groupe du Nord-Ouest*, est formé presque entièrement d'*Eurite* (*weisstein*), qui paraît groupé autour d'un noyau caché, situé entre *la Zschoppau* et *la Mulda*.

Entre ces groupes de terrains anciens, on rencontre des terrains plus récents qui recou-

vrent les pentes des premiers et remplissent les intervalles qui les séparent.

Je décrirai séparément ces trois systèmes de gisement, en examinant pour chacun d'eux successivement, les différentes espèces de terrains qui les composent. Je considérerai, dans l'examen de chaque terrain : 1<sup>o</sup>. la nature de la roche principale, et les faits géognostiques intéressans qu'elle présente ; 2<sup>o</sup>. les *bancs subordonnés* (1) (*untergeordnete Lager*) que cette roche renferme ; 3<sup>o</sup>. les filons qui la traversent. Je parlerai brièvement des principales mines exploitées sur ces filons ou bancs, sur-tout de celles qui n'ont pas été décrites par M. d'Aubuisson, et en les considérant principalement sous le rapport géognostique, sans cependant omettre entièrement les autres circonstances remarquables que leur exploitation m'a paru présenter.

(1) Pour éviter, autant que possible, la confusion, je réserverai le nom de *couches* aux strates qui composent la masse du terrain, et que les Allemands désignent par le mot *schichte*. Je traduirai par *banc* le mot *lager*, indiquant les strates de substances différentes interposées entre celles de la roche principale.

*Groupe ou système de l'Est.*

Ce système occupe toute la partie orientale du pays que nous examinons. Ses limites sont à peu près : au Nord, une ligne brisée de *Dresde* à *Nossen* ; à l'Ouest, une ligne brisée allant de *Nossen* à *OEderan*, et d'*OEderan* à *Seyffen* ; au Sud, la crête qui sépare la Saxe de la Bohême ; et à l'Est, le cours de l'Elbe.

Son étendue.

A une lieue à l'Est de *Freyberg*, on remarque un terrain granitique composé de collines peu élevées, situées sur les bords du ruisseau de *Bobritsch*, et formant une espèce de petit plateau, entre ce ruisseau et celui de *Colmitz*. Il s'étend du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est, sur environ deux lieues de longueur, et sa largeur est à peu près d'une lieue. Ses sommités sont arrondies, et présentent peu ou point de roches escarpées, mais beaucoup de blocs détachés. Au pied des collines, dans les ravins, et sur le bord des ruisseaux, on trouve quelquefois, mais rarement, le granite en place ; et dans beaucoup d'endroits, il est assez difficile de reconnaître la nature du sol, et de déterminer ses limites avec le gneiss qui l'entoure. Le granite est coupé par la route de *Freyberg* à *Dresde*, près du village de *Naundorf*, c'est-à-dire, à peu près à l'extrémité Nord de l'espace qu'il occupe à la surface du sol. Quelques pas plus loin, on trouve le gneiss qui s'appuie visiblement sur lui.

Terrain granitique.

Nature et disposition du granite.

Ce granite est composé de feldspath d'un gris-blanchâtre ou jaunâtre, prenant rarement la teinte rouge de chair, de quartz d'un gris-blanchâtre, et de mica brun, quelquefois cristallisé en tables hexaèdres, et quelquefois aussi prenant une teinte verdâtre, et paraissant passer à la chlorite. Le grain de la roche est en général fin, quelquefois très-fin, et rarement de grosseur moyenne. Elle contient souvent des grains de pyrite; on y cite aussi des tourmalines, et des géodes renfermant des cristaux de feldspath et de quartz. Le granite n'offre aucun indice de stratification (1).

Gneiss autour du granite.

Le gneiss enveloppe le terrain granitique entier; et, si l'on considère l'inclinaison des couches de ce gneiss à l'entour du noyau, on acquiert l'opinion qu'elles s'appuient de tout côté sur le granite. Ce mode de superposition est appelé par M. Werner, et par les géognostes de son école, *en forme de manteau* (*mantel formige lagerung*). Il est cité dans les leçons de géognosie de cet illustre professeur, comme preuve de l'ancienneté relative du granite, par rapport aux autres roches dites *primitives*.

Disposition générale du gneiss.

Ainsi, le gneiss penche vers le Nord, à *Halsbrücke*, à *Burckersdorf*, à *Bieberstein*, etc.; cette inclinaison devient en général Nord-Ouest, de *Siebenlehn* à *Gross-Schirma* et à *Waltersdorff*; elle est Ouest et Sud-Ouest, dans tous

(1) M. Stroem cite, dans le granite, près *Naundorf* et *Bobritsch*, deux filons métalliques, dont l'un, qu'il annonce être en exploitation en 1812, est formé, dit-il, de quartz, spath pesant, fer spathique, pyrite et galène. Je n'ai eu aucune connaissance de ce fait, pendant mon séjour à Freyberg.

les environs de *Freyberg*, de *Brand*, etc.; il faut aller jusqu'à *Dörrenthal* et *Sayda*, pour trouver une inclinaison générale bien déterminée vers le Sud; à *Altenberg*, le gneiss penche vers le Sud-Est; à *Liebstadt*, *Maxen*, etc., jusqu'à *Tharandt* et *Hertzogswald*, on le trouve constamment avec l'inclinaison Nord-Est.

Dans les exemples ci-dessus, j'ai choisi, de préférence, des lieux voisins de la limite extérieure du gneiss, que l'on peut regarder, en conséquence, comme constituant le sol de l'espace entier situé entre les endroits désignés.

Je dois prévenir que les inclinaisons indiquées ne sont pas sans exception. Quelques anomalies se présentent, par exemple, dans les environs de *Dippoldswald*, de *Glasshütte*, etc.; d'autres ont lieu dans le voisinage même du noyau granitique. Les inclinaisons qu'on remarque en ces endroits, différentes de celles présentées ci-dessus comme générales, peuvent tenir à quelque prolongement ou rameau caché du noyau, ou à d'autres causes qui nous sont inconnues; mais il me semble qu'elles ne peuvent pas infirmer les résultats tirés de l'observation en grand de la disposition générale du terrain: ce sont seulement ces derniers dont je cherche à donner une idée.

Je crois que c'est pour avoir donné trop d'importance à toutes ces observations isolées, sur l'inclinaison du gneiss dans le voisinage du granite, sans remarquer celles qui, s'accordant avec les observations générales, méritaient nécessairement plus de confiance que les autres, que M. Stroem, dans le Mémoire que j'ai déjà eu, et que j'aurai encore souvent occasion de citer,

Anomalies.

Mémoire d'ailleurs très-instructif à plusieurs égards, parvient à la conclusion, que le granite des environs de Freyberg, au lieu de servir de noyan au gneiss qui l'enveloppe, forme au contraire un filon puissant, ou un *amas transversal* (1) (*stehender stock*) dans le gneiss. Il faut sans doute, en géognosie, observer avec beaucoup de soins et de détail, mais il faut aussi observer en grand, sur-tout lorsqu'on veut tirer des conclusions générales. Souvent alors, se méfiant, avec raison, des résultats partiels qui ont présenté des contradictions apparentes avec les résultats généraux, on parvient, à l'aide de

(1) Les mineurs français désignent indifféremment, par les noms de *masses* ou d'*amas*, tous les gîtes qui, à cause de leur grande puissance et de leur peu d'étendue en longueur, ne peuvent être rapportés ni aux *filons*, ni aux *bancs* ou *couches*. M. Werner et, d'après lui, tous les Allemands ont divisé avec raison ces gîtes en quatre classes très-distinctes l'une de l'autre, et auxquelles il est nécessaire de donner des noms différens. Comme le mot de *masse* peut s'appliquer, en géognosie, à beaucoup d'autres objets, j'adopterai le mot *amas*, et j'appellerai *amas transversal* (*stehender stock*), les gîtes très-puissans et peu étendus dans le sens de leur direction, qui traversent les couches du terrain, à la manière des filons; *amas parallèle* (*liegender stock*), les gîtes très-puissans et peu étendus dans le sens de leur direction, qui ont une allure générale parallèle à celle des couches du terrain; *amas entrelacé* (*Stockwerk*), les amas qui paraissent formés par la réunion d'une multitude de petits filons se croisant et s'entrelaçant dans tous les sens. Enfin on peut nommer *amas irréguliers* ou *rogions* (*Butzen werke*), les gîtes très-irréguliers, situés en général plusieurs à la suite les uns des autres, et qui semblent être des cavernes ou des crevasses irrégulières remplies, en totalité ou en parties, long-tems après leur formation.

recherches plus opiniâtres et plus détaillées encore, à reconnaître et à expliquer les anomalies dont on aurait été tenté d'abord de tirer des conséquences hasardées. On peut voir, dans l'ouvrage déjà cité de M. de Raumer, (page 13 et suiv.) la manière ingénieuse et à peu près évidente dont il parvient ainsi, à l'aide d'observations multipliées, à expliquer une anomalie de ce genre que présentent les roches des environs de *Tharandt*.

La constance des deux inclinaisons Ouest et Sud-Ouest, d'une part, et Nord-Est, de l'autre part, aux deux côtés du noyau granitique, et sur une longueur plus grande que ne semblerait l'exiger l'étendue connue de ce noyau, doit faire penser que le granite se prolonge, dans le sens de sa longueur, à peu de profondeur au-dessous du sol. On le voit, en effet, dans cette direction, reparaitre près de *Schellerhau*. Ici, il a une contexture presque porphyrique, et plusieurs minéralogistes le désignent sous le nom de *porphyre granitoïde*.

On conçoit facilement que, dans une étendue aussi considérable que celle que nous venons d'indiquer, comme formée de gneiss, la nature de cette roche, sa structure, sa couleur, etc., doivent beaucoup varier. Je n'entrerai point, à cet égard, dans des détails qui, pour être complets, devraient être trop multipliés. Je remarquerai seulement que souvent le feldspath diminue beaucoup de proportion; la roche passe alors au micaschiste; ailleurs le quartz disparaît presque entièrement, la proportion du mica diminue, et le gneiss se rapproche de l'eurite (*weisstein*); quelquefois,

Granite de Schellerhau.

Nature du gneiss.

mais plus rarement, et seulement par places, on ne voit presque plus de feldspath ni de mica, et le gneiss devient un quartz en roche un peu micacé. Dans tous ces cas, le gneiss renferme des grenats plus fréquemment que dans son état ordinaire, et on y remarque quelquefois de petites lames d'une substance qui paraît être du disthène.

Roches en  
bancs sub-  
ordonnés  
dans le  
gneiss.  
Porphyre.

Le gneiss des environs de Freyberg renferme, comme roches subordonnées :

1°. Un banc considérable de *porphyre* à base de pétro-silex, d'un gris-jaunâtre ou rougeâtre, contenant quelques très-petits cristaux de feldspath, de quartz, de mica, et de fer sulfuré; ce banc paraît au jour auprès de l'usine de *Halsbrücke*, auprès de celle dite *Unter muldner hütte*, etc., et on le retrouve dans plusieurs mines, ayant une inclinaison parallèle à celle des couches de gneiss entre lesquelles il est encaissé. C'est un exemple remarquable de la plus ancienne formation de porphyre, exemple cité par M. Werner dans ses cours, et par tous les géognostes de son école (1).

Environ une lieue et demie au Nord-Est de Freyberg, près du village de *Niederschona*, on trouve un porphyre d'une autre nature, à pâte aussi pétro-siliceuse, mais contenant en grande quantité, des cristaux assez volumineux de feld-

(1) M. *Stroem* n'admet point que ce porphyre soit en banc dans le gneiss. Il prétend que ce qu'on a pris pour tel, se compose de deux gîtes différens qui sont tous deux en filons (voyez son Mémoire, pag. 116 et suiv.). Les observations délicates desquelles il appuie son opinion, me paraissent mériter d'être examinées et répétées avec soin.

spath et de quartz, et une foule de très-petits cristaux de mica noirâtre. Les cristaux de feldspath sont altérés, et une partie paraît changée en stéatite, circonstance que l'on observe dans quelques granites et syénites du Hartz. Il est à remarquer que cette altération commence toujours par le centre du cristal qui souvent a déjà l'apparence et la consistance stéatiteuse, lorsque l'extérieur est encore dur et lamelleux.

L'ensemble de cette roche a un aspect granitoïde. On la voit au jour recouverte par du gneiss. Il paraît probable qu'elle y est en banc, comme la précédente.

Près de *Liebstadt* et de *Glashütte*, on remarque aussi des bancs puissans de porphyre encaissés dans le gneiss. Ici le porphyre est à pâte rougeâtre, et les cristaux de feldspath sont plus volumineux et plus nombreux que dans celui des environs de Freyberg.

2°. Des bancs d'*amphibolite schistoïde* (*hornblend-schieffer*), renfermant du mica d'un rouge-brunâtre. On a trouvé cette roche en bancs parallèles aux couches du gneiss, dans plusieurs mines, entre autres, dans celle de *Beschertglück*.

Amphibo-  
lite.

3°. On cite, dans plusieurs mines, des bancs de pyrite dans le gneiss.

Pyrites.

4°. Le gneiss renferme aussi des bancs de *calcaire saccaroïde*, qui y sont exploités en plusieurs endroits, au Nord et à l'Ouest de Freyberg, près *Burkersdorf* et *Franckstein*. Ce gisement du calcaire est cependant moins commun que ceux dont il sera question plus bas.

Calcaire.

5°. Enfin, il faut probablement ranger, parmi

Quartz.

les bancs subordonnés au gneiss, le quartz en masse, dont on trouve des rochers considérables sur le sommet de plusieurs montagnes, situés dans une direction constante et parallèle à celle du gneiss, c'est-à-dire, du Nord-Ouest au Sud-Est, sur plus de cinq lieues de longueur, de *Kleinschirma* et *Oberschöna*, à *Frauenstein*. Dans quelques endroits, ces roches quartzzeuses présentent des fentes verticales, parallèles à la direction générale supposée, ou elles contiennent en abondance des parcelles de mica qui, par leur disposition uniforme, semblent indiquer une espèce de stratification et d'inclinaison parallèles à celles du gneiss des montagnes sur lesquelles elles sont situées, et qui ne permettent pas de considérer ce quartz comme disposé en filons. Ailleurs on ne voit que des roches en masses, sans aucune apparence de stratification. Les unes et les autres sont ordinairement très-escarpés sur une face, et en pente plus douce de l'autre côté.

La position respective de ces différens escarpemens quartzeux, semble indiquer qu'ils font tous partie d'un même banc puissant, encaissé dans le gneiss. C'est ainsi qu'ils sont considérés par M. Werner, et par les minéralogistes allemands.

Filons dans  
le gneiss.  
Mines de  
Freyberg.

Le gneiss des environs de Freyberg est traversé, dans toutes les directions, par une multitude de filons métalliques qui ont donné lieu, depuis six siècles, à de nombreuses et célèbres exploitations de mines d'argent, de plomb et de cuivre. Ces gîtes de minerai ont été décrits par M. Werner, dans le cha-

pitre 10 de sa Théorie de la formation des filons (1). Il y a reconnu et classé, avec une précision et une habileté remarquables, résultat de 25 années d'observations constantes, huit principales sortes de dépôts métallifères, qu'il rapporte à autant d'époques de formation différentes, et qu'il caractérise, d'après la nature des substances qui les constituent, l'ordre dans lequel ces substances sont disposées, la direction qu'affectent les filons qui les renferment, la puissance et l'allure de ces filons, etc. L'ouvrage de M. Werner, et la traduction française qu'en a faite M. d'Aubuisson, sont entre les mains de tous les minéralogistes, et je ne répéterai pas les détails qu'ils renferment (2).

Je ferai seulement observer que les filons des mines de Freyberg sont en général très-minces. Beaucoup n'ont que quelques pouces d'épaisseur. Une seule des huit formations reconnues par M. Werner renferme des filons puissans. Un seul de ces filons a plus d'une toise de puissance. — Les mineurs saxons les désignent sous le nom de *stehende gange*, quand leur direction est entre 12 et 3 heures de la boussole, c'est-à-dire, entre le Nord et le Nord-Est; *morgen gange*, quand cette direction est entre 3 et 6 heures, c'est-à-dire, entre le Nord-Est et l'Est; *flache gange*, quand la direction est entre 6 et

(1) *Neue Theorie der Entstehung der gange, mit Anwendung auf den Bergbau, besonders den Freybergischen. Von Abraham-Gottlob Werner. Freyberg 1791.*

(2) On trouve aussi une description intéressante des filons des environs de Freyberg, dans la Géographie minéralogique de la Saxe, de Charpentier, pag. 87 et suiv.

de nombreux petits filons de minerai d'étain, dont un seul a mérité, pendant quelque tems, une exploitation particulière, aujourd'hui abandonnée. Les autres se divisent en une multitude de veinules, se réunissent, se croisent dans tous les sens, et forment plusieurs de ces *amas entrelacés* nommés *Spockwercke* (1), dans lesquels le gneiss est pénétré de minerai d'étain dans toutes ses parties, et qu'on exploite en entier. On prétend, à *Seyffen*, que les parties les plus riches sont celles qui avoisinent les nombreuses géodes de quartz que la roche renferme.

Ainsi que l'indique le nom du village de *Seyffen*, l'exploitation de l'étain y a eu lieu d'abord par lavage (*Seyffenwerke*); puis on a attaqué le filon par puits et galeries, puis les *stockwercke*, tant par puits et galeries qu'à ciel ouvert. Il y existe aujourd'hui des excavations considérables de ce dernier genre (*Pinge*); mais le tout est poursuivi avec une très-faible activité.

Filons d'agate.

On doit remarquer, dans le gneiss, outre les mines métalliques, un filon connu sous le nom de *corallenbruch*, situé près du village de *Halsbach*, et entièrement formé d'agate et de jaspe de toutes les variétés, disposés en zones, souvent parallèlement au plan du filon, quel-

(1) Le nom de *stockwerck*, qui signifie *ouvrage par étages*, est proprement celui du mode de travaux employés depuis long-tems, pour l'exploitation des *amas entrelacés*; et a été appliqué depuis, par les mineurs et par les minéralogistes, aux gîtes même de minerais exploités par cette méthode.

quefois au contraire tellement irrégulièrement, que les échantillons semblent formés de fragmens d'agate de toutes les espèces réunies par un ciment de même nature. Ce filon, de quelques pouces seulement de puissance, renferme des géodes d'améthyste, et quelques parcelles de galène.

Un autre filon d'agate, mais très-puissant, se remarque près de *Schlottwitz*, sur les bords de la *Müglitz*. Il forme là des rochers de 80 à 100 pieds de haut, lesquels, à ce qu'il paraît, ont résisté aux causes de destruction qui ont agi sur le gneiss et creusé la vallée.

Un filon d'améthyste a été exploité près de *Heydelberg*.

Filon d'améthyste.

Près du même endroit sont des eaux minérales sortant du gneiss, et qui ont donné lieu à l'établissement de bains peu fréquentés.

Eaux thermales de Heydelberg.

Les roches qui suivent immédiatement le gneiss dans l'ordre probable d'ancienneté, et qui lui sont superposées d'une manière *uniforme* ou *concordante* (*gleich-formige Lagerung*) (1), (c'est-à-dire, en affectant un même mode de stratification, et une inclinaison parallèle à celle de la roche inférieure), les micaschistes et les phyllades ou schistes (*glim-*

(1) Si les mots nous ont manqué jusqu'ici, pour dénommer plusieurs roches, ainsi que je l'ai remarqué plus haut, ils nous manquent encore bien plus pour exprimer les différens modes de gisement, les accidens que présentent les couches des terrains dans leur disposition, etc. Cette pauvreté et cette incertitude de la langue rendent assez difficile la rédaction d'un Mémoire de géognosie; et une terminologie complète serait un des plus grands services qu'on pût

*merschieffer und thonschieffer*) forment, autour de l'espace occupé par le gneiss, une espèce de ceinture, ainsi que nous le verrons tout à l'heure; mais on ne les rencontre point dans l'intérieur. Dans tout cet intérieur, le gneiss constitue seul la masse des montagnes, et n'est recouvert que çà et là par des porphyres, et dans un seul endroit par des grès.

Roches qui recouvrent le gneiss dans l'intérieur de l'espace qu'il occupe.

Porphyres. Ces porphyres sont de trois espèces; le porphyre commun, le porphyre syénitique, et le porphyre gris à anthracite de *Schonefeld*.

Porphyres communs.

J'appelle *communs*, eu égard à leur extrême abondance dans le Nord de l'Allemagne, les porphyres désignés sous les noms de *rosâtre*, *violâtre* et *brun-rouge*, par M. Brongniart (*Journal des Mines*, n<sup>o</sup>. 199, page 41). Cette roche est très-répandue dans tout l'Erzgebirge, où le plus souvent elle est regardée comme reposant en gisement *différent* et *transgressif* (1) (*abweichende übergreifende Lagerung*), tant sur le gneiss que sur les phyllades. Il est à remarquer, cependant, que les montagnes de ce pays présentent si peu d'escarpemens, que l'on

rendre aujourd'hui à la science. A défaut d'expressions publiées que je pusse adopter, j'ai essayé, après avoir consulté MM. Héron-de-Villefosse et Brongniart, de rendre en français, de la manière qui m'a paru la plus convenable, les expressions allemandes. La langue allemande, très-riche à cet égard, a été créée et fixée par M. Werner.

(1) Le gisement est *différent* (*abweichend*) quand la roche superposée a une stratification et une inclinaison différentes de celles de la roche qu'elle recouvre. Le gisement est *transgressif* (*übergreifend*) quand la roche superposée recouvre les tranches ou l'affleurement des couches de la roche inférieure.

devine plutôt cette disposition du porphyre, qu'on ne peut la reconnaître d'une manière évidente. M. de Raumer pense même (pages 28 et 29 de son ouvrage déjà cité) que beaucoup de ces porphyres pourraient bien former, comme le quartz, des bancs puissans dans le gneiss auquel on les croit superposés; mais l'opinion contraire est généralement reçue, et la position des porphyres, qui forment toujours les sommets (*kuppe*) des montagnes de gneiss, sans jamais se montrer en place dans les vallées, la forme de ces plateaux porphyriques, qui ne sont en général pas plus étendus dans le sens de la direction des couches du gneiss, que dans tout autre sens, et leur disposition tout-à-fait irrégulière, les uns par rapport aux autres, me paraissent rendre cette opinion beaucoup plus vraisemblable. Quoi qu'il en soit, dans l'espace de terrain compris entre *Freyberg*, *Sayda*, *Lauenstein*, *Maxen*, et *Tharandt*, ces porphyres constituent le sommet d'une grande quantité de montagnes dont le gneiss forme la base. On peut souvent reconnaître de loin ces montagnes à l'aspect: elles ont une forme analogue à celle des collines basaltiques, et le cône supérieur, formé par le porphyre, se détache, par ses pentes assez raides, des pentes douces du gneiss situé au-dessous. Ordinairement, dans ce cas, le sommet présente des rochers escarpés de porphyre, et quelquefois ces rochers ont, au premier abord, un aspect qui rappelle celui des rochers de quartz mentionnés plus haut; ailleurs, aucun indice analogue ne trahit le changement de nature du terrain; mais, en montant et descendant alter-

nativement les divers plateaux qui séparent les vallées, on trouve toujours le gneiss dans les fonds, et le porphyre sur les hauteurs.

Sur le flanc oriental du noyau granitique, le porphyre commun lui est quelquefois immédiatement superposé, et empêche, en plusieurs endroits, de reconnaître la limite entre le granite et le gneiss qu'il recouvre tous deux.

Dans la forêt de *Tharandt*, entre cette petite ville et *Freyberg*, le porphyre commun, recouvrant le gneiss, constitue non-seulement le sommet des coteaux, mais encore une grande partie du sol général de la contrée. On le remarque, sur-tout, entre *Naundorf* et *Grillenbung*. Plus à l'Est, il est souvent recouvert par le grès blanc (*quader-sandstein*). La pâte de ce porphyre, toujours rougeâtre, varie de texture, et il prend quelquefois l'aspect d'un *argilophyre*, ou porphyre argileux (*thon-porphyr*). On est souvent tenté alors de rapporter ce terrain entier de porphyre, soit feldspathique, soit argileux, à une formation plus nouvelle. Cette opinion acquiert plus de probabilité encore, quand on remarque qu'au Nord de *Niederschona* le porphyre, toujours recouvrant le gneiss, renferme des fragmens roulés de gneiss, de *réтинite* (*pechstein*), et même d'une substance qui a l'apparence d'un *lignite* (*braunkohle*).

Le porphyre commun n'offre jamais d'indices de stratification. On assure que celui qui recouvre le sommet des montagnes de gneiss, près *Silbergrund*, présente des traits prismatiques très-marqués, analogues à ceux du basalte.

De

De *Frauenstein* à *Altenberg* et à *Lauenstein*, on rencontre souvent, outre le porphyre commun, les roches désignées par M. Werner, sous les noms de *syénit-porphyr* et *porphyroïde syénit*, lesquelles ne diffèrent l'une de l'autre que par le plus ou moins d'apparence d'homogénéité de leur pâte rougeâtre qui enveloppe des cristaux de feldspath et d'amphibole, et que par cette raison, on peut appeler également *porphyre syénitique* et *syénite porphyroïde* (1). Cette roche se présente avec le même gisement, et la même manière d'être que le porphyre commun. Comme lui, elle recouvre toujours le gneiss en gisement *transgressif*, et rien n'a fait connaître, jusqu'à ce jour, les rapports d'ancienneté relative qui peuvent exister entre les deux porphyres.

On remarque, près de *Grund* et de *Mohorn*, dans le porphyre commun, des filons de minerai d'argent et de plomb, que M. Werner cite comme étant d'une formation entièrement analogue à l'une des formations des filons de *Grund* et *Mohorn*.

C'est dans ce porphyre que sont exploitées les fameuses mines d'étain d'*Altenberg*. Le noyau de la montagne qui les renferme est formé de gneiss qui présente, sur les deux faces de cette montagne, deux pentes opposées. L'une de ces

Mines d'étain d'Altenberg.

(1) La *syénite porphyroïde* des environs d'*Altenberg*, est désignée sous le nom de *granite* dans la Géographie minéralogique de la Saxe, de Charpentier.

(2) *Theorie von der Entstehung der Gänge*, etc., §. 90 et 116.

pentest reconverte par du porphyre commun, l'autre par du porphyre syénitique; l'un et l'autre porphyres renferment des mines d'étain; mais c'est sur-tout dans le premier qu'on les exploite aujourd'hui. C'est dans cette roche que courent les nombreux petits filons dont la réunion, selon l'opinion généralement reçue, constitue l'*amas entrelacé* ou le *stockwerck* exploité. La masse de ce *stockwerck* est formée de quartz chloriteux d'un gris-verdâtre, dans lequel le minerai d'étain est très-rarement en cristaux, et le plus souvent tout-à-fait imperceptible. Elle est traversée, dans tous les sens, par des fentes (*kluft*) remplies de glaise, et que l'on prend pour les salbandes des filons qui sont supposés courir dans le *stockwerck*; mais, dans le fait, ces filons, réels ou prétendus, ne sont ni d'une autre nature, ni plus riches que le reste de l'*amas*. Celui-ci semble faire corps avec le porphyre qui l'encaisse, et qui, dans son voisinage, prend la couleur et l'aspect de la roche stamnière. Hors de cette roche, les filons deviennent distincts dans le porphyre, et là, ils fournissent, dit-on, des minerais plus riches que ceux qui proviennent de l'*amas* (1).

La roche quartzreuse de cet *amas* renferme, disséminés sans aucun ordre dans sa masse, du mica, du feldspath, de la lithomarge, du

(1) On trouve dans la Géographie minéralogique de la Saxe, de Charpentier (pag. 150 et suiv.), une description détaillée des mines d'Altenberg, dans laquelle l'auteur combat l'opinion générale sur la formation du *stockwerck* par la réunion de beaucoup de petits filons, ou sur la *ramification entrelacée* de l'*amas* stamnière.

spath fluor, du fer sulfuré, du cuivre pyriteux, du fer arsenical, du fer oligiste, du molybdène sulfuré, et du wolfram. On y a aussi trouvé du bisinuth natif et sulfuré. C'est dans son intérieur qu'est située la roche de *topazepycnite* (*schorlartiger beryl*), dont les échantillons sont répandus dans les cabinets de minéralogie. Cette substance semble former un petit *amas* isolé au milieu du *stockwerck*, comme celui-ci l'est au milieu du porphyre.

Le puits principal des mines d'*Altenberg* a été creusé par le feu, dans la roche stamnière. L'exploitation a toujours eu lieu aussi par le feu, et au moyen de grandes excavations intérieures ou chambres, que l'on agrandissait toujours sans précaution, jusqu'à ce qu'en 1620, un éboulement général de presque toutes les parties exploitées fût le résultat de cette imprévoyance. Cet éboulement a produit au jour une excavation (*pinge*) de près de 600 pieds de diamètre, sur 300 pieds de profondeur. Depuis lors, on a continué à exploiter, au moyen du feu, dans les parties restées solides, et on n'a pas renoncé au mode des chambres de grandes dimensions (*weitungen*). On creuse ces chambres dans les parties les plus riches en étain. Celles qui sont à peu près au même niveau sont liées entre elles par des galeries, et leur ensemble forme un des *étages* de l'exploitation. Il y a six étages semblables dans les travaux actuels qui ont jusqu'à 140 toises de profondeur. Les anciens ont exploité encore 35 toises plus profondément, dans le milieu de l'*amas* aujourd'hui éboulé. Quelquefois les chambres de deux étages se communiquent,

quelquefois elles s'unissent, et n'en forment qu'une plus vaste encore. Telle est la grande excavation, dite *kreuzer-weitung*, qui a au moins 60 toises de hauteur, sur 20 et 40 toises de largeur. Ces travaux sont, je crois, les plus étonnans par leur hardiesse, qui existent dans aucune mine; mais cette hardiesse est aussi beaucoup trop grande, comme l'expérience l'a bien prouvé.

On exploite encore, avec beaucoup plus d'avantages, dans les débris de la catastrophe générale, en poussant, au moyen de forts boisages, des galeries au milieu des déblais, et laissant ébouler ces galeries à leur extrémité. Ce mode de travaux peut encore avoir lieu pendant plusieurs siècles, avant que l'on parvienne au fond de l'éboulement.

En 1808, les mines d'Altenberg occupaient 7 à 800 ouvriers; elles produisaient annuellement environ 2,600 quintaux d'étain.

Hyalomictes  
et mines  
d'étain de  
Zinnwald.

*Nota.* Au Sud d'Altenberg sont les mines d'étain de *Zinnwald*, situées en partie sur le territoire saxon, et en partie en Bohême. Celles-ci sont dans des montagnes formées en général d'*hyalomictes* (*graisen* ou *greiss*). On y remarque aussi un porphyre assez semblable à celui d'Altenberg. Le minerai d'étain est renfermé dans des bancs de quartz d'un à trois pieds d'épaisseur, qui contiennent, en outre, du mica en grandes lames souvent cristallisées, du feldspath altéré, de la lithomarge, de la chaux fluatée, du schelin calcaire, et sur-tout, en grande abondance, du wolfram. Ces bancs sont presque horizontaux, et compris entre deux bancs plus épais de granite altéré, dont presque tout le feldspath est changé en caolin et le mica en talc. Quelques parties de ce granite, plus éloignées des bancs stannifères, paraissent cependant n'avoir point éprouvé d'altération. Celles-ci sont à très-petits grains, et le feldspath y est fort prédominant. Le quartz et le granite décom-

posés, alternent à plusieurs reprises. Les couches de quartz sont aussi souvent partagées par un lit horizontal de granite. Ailleurs, elles sont traversées par de petits filons de granite décomposé, ou de caolin presque pur qui les coupent, et les rejettent quelquefois à une distance assez grande. Le tout est encaissé dans l'*hyalomictes*. On ne connaît pas les relations de positions qui existent entre ces terrains et le gneiss d'Altenberg; cependant, comme celui-ci, situé plus au Nord, a une inclinaison générale vers le Sud, on suppose que l'*hyalomictes* lui est superposé.

Les bancs de quartz, qui renferment le minerai d'étain, s'exploitent, à la manière des couches de houille, au moyen de petits puits verticaux.

Près du village de *Schonefeld*, à une lieue au Sud-Est de *Frauenstein*, se rencontre la troisième espèce de porphyre. Il est formé d'une pâte d'un gris-jaunâtre ou bleuâtre assez clair, renfermant une foule de petits cristaux de feldspath blanc, de quartz, et de mica souvent changé en talc. Le sol, recouvert dans tous les environs de terre végétale, ne permet pas de reconnaître les rapports de position de ce porphyre avec d'autres roches. Il paraît seulement certain qu'il est au-dessus du gneiss dont la masse de la contrée est constituée.

Porphyre à  
anthracite.

Le porphyre renferme deux bancs ou couches d'*anthracite* (*schieffrige glanzkohle*) qui sont exploités. Dans le voisinage des bancs, la structure du porphyre s'altère, les cristaux sont de formes moins prononcées, moins adhérens à la pâte, et la roche prend l'apparence de celles désignées par M. Brongniart, sous le nom de *mimophyres*. Quelquefois même la désagrégation est plus considérable encore, et la roche semble devenir un véritable *psammite* ou grès

Mine d'an-  
thracite de  
Schonefeld.

des houillères. Les bancs d'anthracite sont inclinés assez fortement vers le Sud-Sud-Est, ainsi que ceux de porphyre qui les encaissent. Les variations dans la puissance et dans l'inclinaison de ces bancs sont très-fréquentes. Souvent le toit se rapproche du mur, de manière que le banc devient presque nul; puis tout à coup, et sans qu'on remarque aucune fente dans la roche, il monte verticalement et reprend une épaisseur considérable. Cette épaisseur va quelquefois jusqu'à 20 pieds; le plus ordinairement elle est d'environ quatre pieds. On ne remarque dans l'anthracite, non plus que dans les couches de porphyre, aucun vestige de corps organisés.

Quelques portions d'anthracite sont d'une nature si pierreuse qu'on ne les exploite pas. Les parties exploitées brûlent difficilement, mais donnent en brûlant une chaleur considérable. Lors de la découverte de cette substance, elle passa long-tems pour incombustible, et M. Werner a eu beaucoup de peine à persuader aux habitans du pays qu'elle pouvait être exploitée avec avantage. Ce n'est que depuis peu d'années, que l'exploitation en est entreprise en grand et suivie avec soin. Cet anthracite est très-employé aujourd'hui pour cuire la chaux dans tous les environs.

Grès blanc.

Le grès blanc (*quader-sandstein*) recouvre le gneiss dans plusieurs endroits, à l'Est de *Dippoldswald*, et particulièrement dans la contrée connue sous le nom de *Dippoldswald-hayne*. Il est disposé en couches horizontales, et tout-à-fait semblable à celui des bords de l'Elbe, et à celui de la forêt de Tharandt, entre

lesquels il est situé, et dont il sera fait mention plus tard.

J'ai dit que les micaschistes et les phyllades formaient une ceinture autour du gneiss. Cependant on ne les y rencontre pas par-tout. Vers le Sud et le Sud-Ouest, le gneiss s'étend souvent jusqu'aux granites et aux gneiss de Bohême, ou jusqu'aux gneiss du second groupe. La ceinture est aussi interrompue vers le Sud-Est, au moins à la surface du sol, où le grès blanc (*quader-sandstein*) recouvre le tout, et repose quelquefois immédiatement sur le gneiss. Il en est de même au Nord, dans la forêt de *Tharandt*, où le gneiss est recouvert par le porphyre souvent argileux que j'ai déjà cité, et par le même grès blanc. Enfin, dans la vallée de la *Weiseritz*, on trouve sur le gneiss, soit un véritable porphyre, qui renferme un bassin houillier, soit un psammite rougeâtre contenant de très-gros fragmens de gneiss et de porphyre (*conglomerat*).

Hors ces exceptions, la roche schisteuse est à peu près continue. Elle a, en général, moins d'une lieue de largeur, excepté vers le Nord où elle s'élargit beaucoup, ainsi que nous le verrons tout-à-l'heure, et les couches qui la composent ont par-tout une *stratification concordante* (*gleichformige Lagerung*) avec celles du gneiss auxquelles elles sont superposées.

Comme le gneiss, le micaschiste présente de nombreuses variations dans la disposition, la proportion, la couleur, etc., de ses deux parties constituantes. Il passe d'une part au gneiss, et de l'autre au schiste. Il contient très-souvent des grenats disséminés.

Terrains qui entourent le gneiss. Zone schisteuse. Ses interruptions.

Nature et disposition du mica schiste et du phyllade.

Les phyllades offrent aussi beaucoup de variétés dans leur couleur, leur texture, etc. Ils sont souvent *micacés*, *talqueux*, *satinés*, *glanduleux*, etc. Parmi les substances étrangères qu'ils renferment, on remarque les mâcles (*chryastolith*) qui s'y rencontrent en abondance et assez distinctement en plusieurs endroits, principalement près de *Burkhartswald*. Ailleurs ces substances étrangères se détachent bien à l'œil, par leur couleur tranchée, de la base schisteuse; mais leur nature est difficile ou impossible à reconnaître. Il semblerait par fois qu'elles se sont en quelque sorte fondues dans le schiste, et que le principe qui les colorait est seul resté, comme pour marquer la place qu'elles occupaient.

Quand le micaschiste et le phyllade existent tous deux, la première de ces roches est en général inférieure à la seconde; mais souvent les phyllades sont immédiatement sur le gneiss. Tel est le cas de presque toute la limite orientale du gneiss, depuis *Liebstadt* jusqu'à *Tharandt*. Ailleurs, au contraire, les phyllades manquent presque entièrement, et les micaschistes sont recouverts immédiatement par les roches de transition, ainsi qu'on le remarque à l'Ouest de *Freyberg*, près de *Braunsdorf*.

Indépendamment des passages fréquens du mica schiste au phyllade, et réciproquement, l'un et l'autre passent aussi, par des nuances dont on peut suivre la succession, à un grand nombre d'autres roches qui forment des bancs subordonnés à la roche principale. Ainsi, quelquefois le micaschiste perd son mica, et devient un banc de quartz à peu près pur. Quel-

Passages  
nombreux  
à d'autres  
roches.  
Bancs sub-  
ordonnés.

quefois, au contraire, il admet dans sa composition des parties de feldspath, dont la proportion croît peu à peu, et finit par constituer un banc de véritable gneiss encaissé dans le micaschiste ou dans le phyllade. Quelquefois le phyllade perd son éclat, prend une cassure matte ou terreuse, et acquiert l'apparence d'un schiste argileux de transition. Ce changement va plus loin encore; de petits grains de quartz et de feldspath se montrent dans la base schisteuse argiloïde, et la roche devient une *phyllade psammitique*, ou un *psammite schistoïde* (*grauwacken-schieffer* ou *schieffrige grauwacke*). Enfin ces grains deviennent distincts et de plus en plus abondans, et le tout devient un véritable banc de *psammite* (*grauwacke*). Ailleurs, le phyllade perd, au contraire, toutes les parties étrangères à sa masse, et devient un *schiste ardoise* très-prononcé, lequel passe tantôt à l'*ampélite* (*alaunschieffer*), tantôt au *schiste coticule* (*wetzschieffer*), tantôt au *jaspe schistoïde* (*lydischer stein*), tantôt à un *leptinite* assez voisin du trapp (*hornfels* du Hartz, *hornatiger trapp* de Lasius), tantôt à différentes variétés d'*amphibolite* (*hornblendgestein*, *hornblend-schieffer*). Toutes ces roches constituent des bancs dans la zone schisteuse, et le schiste qui les encaisse se confond souvent avec elle. J'ai observé tous ces passages, sur-tout dans les vallées de la *Lockwitz*, de la *Müglitz*, de la *Seidewitz* et du *Pahregrund*. Ces vallées, à peu près parallèles entre elles, et perpendiculaires à la direction générale des couches du terrain, sont étroites et assez profondes. Leurs bords présentent beaucoup d'es-

carpeimens, et offrent plus de facilités pour les observations géognostiques que le reste de l'Erzgebirge. Ces schistes deviennent aussi quelquefois très-quartzeux, et sur le sommet des trois plateaux qui séparent les quatre vallées, ainsi que plus au Nord-Ouest, dans les environs de *Tharandt*, de *Braunsdorf*, et d'*Obersteinbach*, on trouve, dans une direction à peu près constante et semblable à celle des phyllades, des rochers considérables de quartz, souvent un peu grenu et feuilleté, ce qui semble indiquer l'existence d'un banc épais de quartz encaissé dans les phyllades, comme nous en avons déjà indiqué un dans le gneiss. Cependant on ne retrouve point, en général, le quartz pur dans les vallées.

Il est à remarquer, en effet, que quoique les roches qui constituent la masse principale de cette zone schisteuse aient une direction et une régularité constantes, pendant plusieurs lieues, il n'en est pas ainsi de la plupart des bancs subordonnés. Souvent celui que l'on rencontre dans une vallée ne se trouve plus dans la vallée adjacente sur le prolongement de sa direction. Ces bancs n'ont donc que peu d'étendue, et semblables en cela aux gîtes exploitables que nous nommons *amas parallèles* (*liegende stocke*). Ils se terminent (*sich auskeilen*) (1) très-promptement. On remarque que le jaspe schistoïde (*lydischer stein*) fait exception à cette disposi-

(1) Lorsque, dans un gîte de minéral, ou dans un banc de roche, le toit et le mur se rapprochent, et finissent par se rejoindre tout-à-fait, on dit que le gîte ou le banc, *sich auskeilt*, c'est-à-dire, qu'il se termine en forme de coin.

tion générale, et qu'on le retrouve, dans la même direction, sur une étendue assez considérable.

Outre les bancs subordonnés que nous venons de considérer, le terrain schisteux en renferme d'autres qui ne présentent aucun indice de passage à la roche principale. Tels sont des bancs de syénite, d'une espèce de véritable granite, et de diabase (*grünstein*) qu'on remarque dans un ravin, sur le chemin de *Falkenhayn* à *Kroite*. D'autres bancs de granite, près de *Suppe* et de *Rothemühle*, de syénite, entre *Wesenstein* et *Neuemühle*, sur les bords de la *Müglitz*, de diabase, près de *Herzogswald*, *Vorder* et *Hintergerdorf*, de diabase schistoïde (*grünstein schieffer*), à *Siebenlehn* et à *Nieder-Rosenthal*, des bancs de quartz, près de *Borsdorf* et de *Tharandt*; tels sont des bancs très-beaux de porphyre qui sont encaissés dans l'amphibolite, près de *Wesenstein*, et dans le phyllade, à *Friederich'swald*, à *Nenntman'sdorf*, près de *Tharandt*, etc. (1); tels sont sur-tout les bancs nombreux de calcaire saccharoïde qui sont exploités dans tout le pourtour de la ceinture schisteuse. Dans la partie occidentale, c'est en général dans le micaschiste que le calcaire se trouve encaissé. C'est ainsi qu'il se présente à *Braunsdorf* (près *Freyberg*), à *Memersdorff*, à *Hermsdorff*, etc. (2). Dans la partie orientale, au contraire, on le trouve toujours dans

(1) J'ai reconnu moi-même la plupart de ces bancs subordonnés. J'indique les autres d'après l'ouvrage de M. de Raumer déjà cité.

(2) Dans quelques-unes de ces carrières, le calcaire n'offre pas de stratification très-marquée, et ce n'est que par analogie que l'on conclut sa position en bancs dans le micaschiste.

le phyllade, comme à *Maxen*, au *Peschelsmühle*, à *Biensdorf*, à *Borne*, etc. On peut observer que ces dernières carrières sont situées sur une ligne parallèle à la direction des schistes dans cette contrée. Cette ligne se prolonge, pendant plusieurs lieues, avec une constance remarquable. On retrouve le calcaire sur sa direction, près de *Tharandt* et de *Braunsdorf*, au-delà de l'interruption que les terrains secondaires apportent à la surface du sol, entre *Dresde* et *Freyberg*, à la série des roches primitives. On le retrouve plus loin encore, à *Militz*, à *Grotsch*, à *Blankenstein*, etc. Dans quelques points de cette ligne, le calcaire repose immédiatement sur le gneiss. Dans d'autres, il est au milieu des phyllades. Quelquefois il renferme de petits bancs de quartz, de diabase (*grünstein*) et d'ampelite (*alaunschieffer*). Ces deux dernières substances se remarquent, entre autres, aux carrières de *Borne*.

Banc métallifère de *Gieshübel*.

Enfin, je citerai les mines de fer et de cuivre de *Gieshübel*, qu'on dit être disposées en bancs dans les phyllades, mais que je n'ai pas visitées. On y a trouvé du cuivre pyriteux, du cuivre sulfuré, un peu de plomb sulfuré, du fer sulfuré, du fer oxydulé, des grenats très-ferri-fères, et de la blende.

Filons métalliques. Mine de *Braunsdorf*.

Les filons connus dans la bande schisteuse sont très-peu nombreux. Je n'y connais aujourd'hui qu'une mine importante en exploitation, celle de *Neuehoffnung - Gottes*, à *Braunsdorf* (1). Elle est dans le micaschiste.

(1) Ce village de *Braunsdorf*, situé à deux lieues à l'Ouest de *Freyberg*, et déjà cité plus haut, est différent du village

Le filon, différent par sa nature de tous ceux du district de *Freyberg*, a plus d'une toise de puissance. Il est formé de quartz et de parties schisteuses mélangées, adhérent à la roche qui l'encaisse, et il a la même direction qu'elle; mais son inclinaison est plus grande. Le minerai est une pyrite arsenicale argentifère (*weisserz*), très-abondante et très-pauvre, mêlée quelquefois avec un peu d'argent rouge. Il renferme en outre de l'antimoine sulfuré, de l'antimoine oxydé sulfuré (*rothspiesglass erz*), et on y a trouvé l'espèce de minerai d'antimoine, désignée en Allemagne sous les noms de *radel erz* et de *schwarzspiesglass erz*, que M. de Bournon a décrite, en 1804, sous le nom de *endellione*, et à laquelle M. Jameson a donné le nom de *bournonite*. C'est aussi dans cette mine qu'on trouve la strontiane carbonatée cristallisée en aiguilles. Le banc de calcaire que nous avons cité à *Braunsdorf*, se rencontre dans la même montagne, à peu de distance du filon auquel il est presque parallèle; mais il ne paraît pas au jour.

M. Werner cite, près de *Münzig*, entre *Freyberg* et *Meissen*, des filons de minerai d'argent exploités dans le phyllade. Il les regarde comme se rapportant à la plus ancienne des formations qu'il a classées et décrites dans les filons de *Freyberg* (1).

Mines de *Münzig*.

du même nom, situé près de *Tharandt*, et dont il vient aussi d'être question, au sujet des couches calcaires, encaissées dans le phyllade, exploitées dans son voisinage.

(1) Théorie de la formation des filons, etc., §. 90 et §. 116.

Filon, rempli de fragmens, parallèle aux couches du terrain.

Dans la vallée de la Müglitz, près de Pechelsmühle, on avait commencé une galerie, sur l'affleurement d'un banc d'*ampelite luisant* (*glänzender alaunschieffer*), prenant cette substance pour de la houille. J'ai observé, dans la galerie, au mur de la couche d'*ampelite*, un banc peu épais rempli de fragmens, en partie roulés, des phyllades qui constituent la montagne. Il me paraît évident que ce gîte est une fente remplie postérieurement à la formation du terrain. C'est donc un véritable filon, mais un filon parallèle aux couches de la roche principale. Rien ne semble s'opposer, en effet, à ce qu'on admette qu'il se soit formé des fentes entre deux couches déjà existantes, aussi bien que des fentes perpendiculaires à ces couches. Il semble même que, quelle que soit la cause qui a opéré la formation des filons, elle devait trouver moins de résistance dans le premier sens que dans le second, et que de semblables filons devraient se rencontrer beaucoup plus souvent qu'on en a remarqué jusqu'à ce jour.

Terrains superposés à la zone schisteuse.

Les roches superposées à la zone schisteuse sont différentes, dans les différens points de son contour. Je considérerai d'abord sa partie orientale, dont la direction, ainsi qu'on l'a vu, est, pendant plusieurs lieues, du Sud-Est au Nord-Ouest, et se retourne ensuite un peu vers l'Ouest, c'est-à-dire, qu'elle est à peu près parallèle au cours de l'Elbe vers lequel pendent toutes les roches qui la composent. De ce côté les phyllades sont recouverts par un véritable granite. On se convaincra de cette superposition, en suivant la ligne de jonction des deux terrains, et observant que le phyllade

Granite sur le phyllade.

penche *constamment* vers le Nord-Est, et qu'en avançant de quelques pas vers le Nord-Est, on trouve *constamment* le granite sous lequel par conséquent le premier s'enfonce. Ce fait est sur-tout facile à observer.

1°. Entre *Kausche* et *Nickern*, le schiste s'enfonce visiblement sous le granite, et contient déjà quelques petits bancs de granite entre ses feuilletts.

2°. Près *Lockwitz*, dans la vallée de ce nom, même circonstance.

3°. Près *Guecknitz*, sur la hauteur, on remarque encore la même chose.

4°. Sur la rive gauche de la *Müglitz*, près de l'entrée d'une petite vallée qui descend de *Falckenhayn*; ici on peut voir distinctement la superposition elle-même. En effet, la *Müglitz* coule en cet endroit du Sud-Ouest au Nord-Est, c'est-à-dire, dans le sens de l'inclinaison des couches de phyllade. On voit donc d'abord très bien leur pente vers le granite qui est situé quelques pas plus loin. Puis, si l'on s'élève sur les rochers schisteux, sans s'écarter de la ligne de direction des couches, on remarque bientôt un banc peu épais de *leptinite* (*hornfels*) superposé aux phyllades, puis un banc de feldspath rougeâtre superposé au leptinite, puis un banc très-mince de véritable gneiss superposé au feldspath; puis, s'élevant toujours, on trouve enfin le granite superposé au gneiss. Ce granite descend vers la vallée, en suivant une ligne qui est celle de l'inclinaison des couches de phyllade, de sorte que le sol de cette vallée et le pied de la montagne sont encore formés de phyllade et de leptinite,

pendant 30 à 40 pas, lorsque le sommet de la montagne est déjà du granite. Enfin le granite arrive jusqu'au vallon, et, en descendant ce vallon davantage, tout est granite jusqu'à l'Elbe et au-delà.

5°. Près *Zwirska*, entre ce village et *Kalte-küche*, on voit, sur le chemin, une superposition semblable à la précédente. Ici le granite est altéré. Un peu plus loin, au Nord-Est, le schiste le recouvre à son tour, mais le granite recouvre unesecon de fois le schiste, et constitue seul ensuite le sol de la vallée de la *Seidewitz* en la descendant jusqu'à l'Elbe.

Dans la vallée du *Pahregrund*, entre *Zehist* et *Toma*, on observe encore une disposition analogue.

On la retrouverait probablement encore sur la même ligne, dans la vallée de *Gottleube*, si là, le terrain primitif n'était pas recouvert par le grès blanc (*quader-sandstein*) qui constitue le sol de tout le pays, et les montagnes des bords de l'Elbe, depuis *Pirna* jusqu'aux frontières de Bohême.

Le granite qui recouvre ainsi les phyllades, sur quatre lieues de longueur, n'offre point d'apparence de stratification. Il est composé uniquement de feldspath, quartz et mica. Je n'y ai remarqué aucun indice d'amphibole. Son grain est tantôt gros, tantôt fin, ordinairement moyen. La couleur du feldspath varie du rouge de chair jusqu'au blanc de lait; le quartz est en général gris, quelquefois d'un blanc-bleuâtre; le mica est noir, brun ou verdâtre, et souvent cristallisé en tables hexagonales. La roche est ordinairement dans un état parfait d'agrégation,  
rarement

rarement altérée. Quelquefois elle éprouve un genre d'altération particulier. Elle prend une teinte rouge foncé, une apparence schisteuse, et finit par se résoudre en entier en une espèce de sable rouge argileux. J'ai observé cette altération près de *Dohna*, et près de *Zwirska*.

Ce granite constitue tout le sol du pays, depuis sa ligne de superposition au phyllade, jusqu'aux bords de l'Elbe. On le retrouve sur la rive droite de ce fleuve, aux environs de *Pilnitz*, et dans une grande partie de la *Lusace*. Sur la rive gauche, en suivant la ligne de superposition, on voit que le granite et les schistes sont recouverts au Sud-Est par le grès blanc (*quader sandstein*), disposé en couches horizontales, et au Nord-Ouest par un calcaire argileux aussi horizontal, désigné dans le pays sous le nom de *planer*. Une colline isolée, située au Nord de *Kausche*, et nommée *Ganighübel*, est, de ce côté, le dernier point où le granite se montre au jour. Il y est recouvert immédiatement par le *planer*.

La superposition constatée d'un sol granitique aussi étendu au terrain schisteux, et à toutes les roches subordonnées qu'il renferme, parmi lesquelles nous avons cité même des psammites (*grauwacke*); cette superposition, dis-je, était un fait géognostique aussi singulier que nouveau, en 1808, lorsque MM. de Raumer et d'Engelhardt le remarquèrent, et voulurent bien m'associer à leurs observations. Depuis lors, la publication des voyages de MM. de Buch et Hausmann, dans le Nord de l'Europe, a fait connaître des faits de cette nature plus singuliers encore. MM. Brongniart et  
Volume 38, n°. 226. V

Omalius d'Halley, ont fait des observations analogues sur les côtes de l'Ouest de la France ; enfin, il semble bien reconnu aujourd'hui, qu'il existe une formation de granite, probablement très-étendue, laquelle est postérieure aux plus anciennes formations schisteuses, et même, à ce qu'il paraît, aux premiers dépôts de corps organisés. Maintenant quelques géognostes vont jusqu'à dire qu'il n'existe point de granite réellement *primitif* (1), ou au moins qui ne soit postérieur au gneiss. Je crois que c'est aller trop loin. M. de Raumer, dans un second ouvrage (2), aussi instructif que le premier, vient de décrire les montagnes du *Riesengebirge*, dont il prouve que le granite forme le noyau ; et, sans sortir de la partie de l'Erzgebirge qui nous occupe maintenant, il me paraît bien difficile de ne pas croire, malgré l'opinion contraire émise par M. Stroem, que le granite du petit plateau de *Bobritsch* et *Naundorf* n'est pas plus ancien que le gneiss, lorsque l'on voit que le gneiss s'appuie sur lui, et que

(1) La conclusion générale du Mémoire de M. Stroem, que j'ai cité plusieurs fois, est que la plus ancienne formation de granite est celle qui alterne avec le gneiss, dans divers pays ; que le granite en grandes masses, considéré jusqu'ici comme le plus ancien, est une seconde formation constituant des amas transversaux (*stehende stocke*) dans le gneiss et les schistes ; enfin, qu'une troisième formation constitue de véritables filons dans les roches de la formation schisteuse.

(2) *Der granit des Riesengebirgeh, und die ihm umgebenden gebirgs-familien, eine geognostische skizze, von Karl von Raumer, Berg Rath und professor in Breslau. Berlin, 1813.*

dans toute la partie orientale de l'Erzgebirge, l'inclinaison générale de cette roche, qui supporte toutes les autres, dépend de sa position par rapport à ce noyau granitique.

Quoi qu'il en soit, le granite superposé aux phyllades que nous venons de considérer, et que j'appellerai *granite de Dohna* (cette petite ville étant à peu près le point central du district qu'il occupe sur la rive gauche de l'Elbe), paraît devoir être rapporté géognostiquement à la formation de la syénite ; car, en suivant, vers le Nord-Ouest, la direction de sa ligne de superposition aux schistes, à travers les terrains secondaires des environs de Dresde, on retrouve, au bout de quelque tems, les phyllades qui ont, à très-peu près, la même direction et inclinaison que ceux situés plus au Sud-Est ; mais, au lieu de granite, on trouve alors une syénite bien caractérisée, sous laquelle les phyllades plongent, comme, plus au Sud-Est, ils plongent sous le granite.

Ces phyllades, qui s'appuient sur le gneiss, près de Tharandt, renferment, ainsi que je l'ai déjà indiqué, des bancs nombreux de calcaire, qui paraissent être la prolongation de ceux que nous avons remarqué plus au Sud-Est. Bientôt leur direction tourne vers l'Ouest, et leur pente vers le Nord, comme celle du gneiss qui les supporte. Cependant ce changement d'allure n'a lieu que pour les couches inférieures, situées plus dans le voisinage du gneiss. Les couches supérieures, au contraire, conservent en général la direction *Nord-Ouest* et l'inclinaison *Nord-Es*, jusque près de *Meissen*. Là, elles n'ont plus le gneiss et le granite

Se rapporte à la formation de la syénite.

Liaison des phyllades des premier et troisième groupes.

pour noyau ; mais une ligne, tirée perpendiculairement à leur direction, tombe sur l'*eurite* (*weisstein*), comme nous le verrons en parlant du troisième groupe, auquel les phyllades peuvent par conséquent être rapportés, et dont ils forment la liaison avec le groupe que nous considérons maintenant.

Syénite  
sur le phyl-  
lade.

La syénite de la vallée de *Plauen* (entre *Tharandt* et *Dresde*) et celle des environs de *Meissen* forment donc la continuation du granite de *Dohna*. Il paraît pourtant difficile de concevoir comment la cristallisation de ces roches peut avoir eu lieu en même tems et par la même circonstance, lorsqu'on ne trouve d'un côté, uni au feldspath, que du quartz et du mica sans amphibole, et de l'autre, que de l'amphibole, souvent sans quartz et le plus souvent sans mica.

Cependant la nature de la syénite de *Meissen* n'est pas aussi uniforme et aussi constante que celle du granite de *Dohna*. Quelquefois elle admet du mica dans sa composition ; d'autres fois elle devient un vrai granite. Ailleurs, c'est un composé de feldspath, amphibole et mica. Ailleurs encore, l'amphibole devient tellement prédominant, que la roche se rapproche beaucoup des diabases à gros grains, et de certaines amphibolites (*hornblend-gestein*). Ces syénites contiennent souvent de petits cristaux de titane siliceo-calcaire (*braun menak-erz*), et quelquefois des zircons hyacinthes.

Bancs sur-  
bordonnés  
dans la syé-  
nite.

La syénite renferme, non loin de *Meissen*, à un quart de lieue de la rive droite de l'Elbe, un banc très-épais de véritable gneiss. Près du pont de l'Elbe, on y remarque un banc de porphyre. Près *Wehnitz*, plusieurs bancs de por-

phyre et d'une espèce d'amphibolite se rapprochant du trapp ; enfin, près de *Naundorf*, entre *Meissen* et *Dresde*, un banc de calcaire (1).

On observe, dans la syénite de la vallée de *Plauen*, deux filons, connus depuis long-tems sous le nom de *filons de basalte*, tous deux dirigés vers le Nord-Est, et penchant au Sud-Est. L'un m'a paru formé d'une substance analogue, par sa nature, à beaucoup de diabases de transition, et l'autre d'une cornéenne se rapprochant de la nature du basalte, et renfermant des parties très-stéatiteuses.

Filons de  
diabase et  
de cornéenne.

Les mines d'argent et de plomb de *Scharfenberg* sont, dit-on, en filons dans la syénite. Elles ont donné lieu, depuis long-tems, à une exploitation assez considérable. On y remarque de la blende jaune et rouge, très-phosphorescente.

Filons mé-  
talliques.  
Mines de  
Scharfen-  
berg.

Le porphyre *commun* se rencontre, par places, recouvrant les phyllades, en gisement différent et transgressif, comme nous l'avons observé pour les gneiss. C'est sur-tout dans les parties Nord et Ouest de la zone schisteuse que ce fait peut être remarqué. (Nous avons vu qu'au contraire, vers l'Est, on rencontre des porphyres plus anciens, puisqu'ils sont en bancs dans les phyllades). Indépendamment des environs de *Tharandt*, déjà mentionnés sous ce rapport, je citerai seulement les environs d'*Öderan*, la montagne d'*Augustburg*, et les

Porphyre  
sur les phyl-  
lades.

(1) Raumer. *Geognostische fragmente*, etc., pages 24 et 25.

environs de *Hertzogswald*. Ce dernier endroit est remarquable, en ce que le porphyre, qui recouvre les schistes et les diabases que les schistes renferment, ne se trouve pas, selon sa position ordinaire, au sommet de la montagne, mais seulement sur une de ses pentes, sans descendre jusqu'à la vallée. C'est ce que M. Werner a désigné sous le nom de *gisement en bouclier* (*schildformige Lagerung*).

Remarques  
sur les por-  
phyres.

La grande abondance, dans le Nord de l'Allemagne, de ce porphyre, qui recouvre en gisement différent et transgressif les gneiss et les schistes, le fait regarder, par M. Werner et par les géognostes de son école, comme la principale formation de porphyre primitif (*die haupt-urporphyr-formation*). On croit généralement que cette formation est contemporaine à celle de la syénite, et par conséquent à celle du granite que nous avons désigné sous le nom de *granite de Dohna*, et, en effet, indépendamment du banc de porphyre que nous avons cité dans la syénite du pont de *Meissen*, il paraît que, dans plusieurs contrées, et spécialement dans le *Thüringerwald*, on a observé la syénite alternant avec un porphyre que l'on regarde comme appartenant à cette formation principale.

Il faut cependant remarquer, à cet égard :

1°. Que la syénite et le granite qui lui est contemporain ne paraissent jamais recouvrir les phyllades, auxquels ils sont superposés, en gisement transgressif, disposition que l'on reconnaît être celle du porphyre commun, ce qui semble indiquer une époque de formation différente.

2°. Que l'on rencontre souvent, dans le Nord même de l'Allemagne, des porphyres auxquels on assigne généralement une époque de formation beaucoup plus récente, et qui sont d'une nature tout-à-fait analogue à celle des porphyres de la *formation principale*. Quelquefois même, comme nous l'avons déjà vu, et comme nous le verrons encore, on est embarrassé pour rapporter à l'un ou à l'autre de ces deux types, les porphyres qui s'offrent à l'observation.

D'un autre côté, il faut remarquer aussi :

1°. Que les porphyres en bancs interposés dans les gneiss et les phyllades, sont aussi d'une nature absolument semblable à celle de certains *porphyres communs*.

2°. Que c'est dans ceux-ci que se trouvent les mines d'étain d'Altenberg.

Il résulte de ces diverses observations, dont plusieurs semblent se contredire, ainsi que de celles sur lesquelles sont appuyées les opinions opposées de MM. de Raumer et Stroem, que j'ai citées plus haut, que nous sommes loin encore de pouvoir assigner, d'une manière générale, l'âge relatif ou l'époque de formation des divers porphyres regardés jusqu'ici comme primitifs par les minéralogistes allemands.

Dans la vallée de Tharandt, près et à l'Est de cette ville, les phyllades ainsi que les gneiss sont recouverts par un psammite rougeâtre renfermant de très-gros fragmens de gneiss et de porphyre (*conglomerat*), lequel est en bancs très-épais et presque horizontaux, disposés en gisement *concave* (*muldenformig*), vers le milieu de la vallée, et se relevant des deux côtés.

Grès rouge  
sur le phyl-  
lade.

Bassin  
houiller  
sur le por-  
phyre.

Plus loin, en allant vers l'Est, on retrouve le porphyre, et dans ce porphyre est encaissé le terrain houiller de *Pottschappel*. Ce terrain paraît faire partie d'un bassin houiller qui s'étend sur les deux rives de la *Weiseritz*, dans la direction du Nord-Ouest au Sud-Est, et dont on retrouve des traces d'un côté jusqu'à *Grumbach*, et de l'autre jusques auprès de *Lungwitz*. Une seule montagne de phyllades primitifs sort, au Sud de *Possendorf*, du terrain houiller qui l'entoure. Ses couches conservent la direction Nord-Ouest et la pente vers le Nord-Est, comme celles de toute la partie orientale de la bande schisteuse.

Plusieurs mines de houille sont ouvertes dans ce bassin, sur les bords de la *Weiseritz*, et dans la petite vallée latérale qui va de *Pottschappel* à *Kesselsdorf*. On remarque sur-tout les mines de *Dohlen*, *Zanckerode*, *Burget Pottschappel*. Les deux premières étaient noyées en 1808. Je n'ai visité que la mine de *Pottschappel*.

Mines de  
de Pott-  
schappel.

Le terrain houiller de *Pottschappel*, formé de psammite micacé, on grès des houillères, de schiste argileux (*schiefferthon*), et de houille schisteuse (*schiefferkohle*), n'a aucun rapport apparent avec le psammite rougeâtre à gros fragmens (*conglomerat*) ci-dessus indiqué. On ne trouve celui-ci dans aucune partie des exploitations; mais par-tout on trouve le porphyre au-dessous des couches et du terrain houiller qui est aussi en gisement *concave* (*muldenformig gelagert*) dans le porphyre, et dont les couches de houille, au nombre de trois, s'appuient des deux côtés sur le porphyre, et pendent alors de 15 à 20 degrés vers le milieu

du bassin. La couche supérieure et principale, remarquable par sa puissance, qui est ordinairement de 20 pieds, et qui va quelquefois jusqu'à 30 pieds, l'est aussi par les accidens qu'elle présente. Souvent la houille disparaît entièrement, et est remplacée par l'argile schisteuse, disposée en feuillets presque verticaux, et qui forme ainsi, dans cette couche, des espèces de filons très-puissans, nommés *kamm* par les mineurs. En les perçant, on retrouve la couche qui n'a point changé d'épaisseur, mais qui est quelquefois un peu rejetée, soit en haut, soit en bas. Ces *barremens* multipliés sont disposés avec une sorte de régularité, et partagent ainsi la couche de houille en un grand nombre de parties, dans chacune desquelles on peut prendre presque toute la houille, parce que les *barremens* restent pour servir de piliers.

La couche de houille est de plus traversée par un grand nombre de petites fentes à peu près verticales et remplies de glaise (*lette*).

En outre, souvent le psammite qui forme le mur, se relève et rejette la couche en haut. Une trace de houille (*besteg*) sert à retrouver cette couche. Ailleurs, elle est coupée par une argile schisteuse rouge qui la rejette en bas. Dans ce cas, on dit qu'il n'y a point ordinairement de trace qui mette sur la voie pour la retrouver.

Ces derniers accidens sont assez semblables à ceux qui se présentent dans toutes les mines de houille; mais les premiers me paraissent d'une nature assez particulière pour mériter d'être remarqués. Ils ont d'ailleurs, ainsi que l'épaisseur extraordinaire de la couche, une grande influence sur le mode d'exploitation qui a lieu

sous les noms de *ostracites lubiatus*, *pinnites difuvianus*, et *musculites sablonutis*; trois espèces de coquilles du grès des environs de Pirna, figurées dans les ouvrages de Knorr et de Bourguet (1).

Houille  
dans le grès  
blanc.

On cite des indices de houille dans le grès des environs de Pirna; et dans une des carrières de la forêt de *Tharandt*, près *Niederschöna*, on y a rencontré deux couches de houille de mauvaise qualité, mais que M. Werner rapporte oryctognostiquement à la sous-espèce de la *houille schisteuse* (*schiefferkohle*). Ces couches n'ont qu'un à deux pieds de puissance; elles sont horizontales, comme celles du grès dans lequel elles sont encaissées; elles renferment des parcelles ou de petits feuilletés de plomb sulfuré ou galène, et sont séparées par une couche de pyrites entremêlées de houille. Il ne paraît pas qu'on y rencontre d'empreintes de fougères, ni d'autres végétaux semblables à ceux de la formation du terrain houiller proprement dit.

Mines de  
houille de  
Nieder-  
schöna.

Ces couches sont exploitées faiblement depuis 1805. En 1808, la galerie d'exploitation n'avait que 12 toises de profondeur.

Je ne crois pas que cette formation de houille dans le grès blanc soit connue en France. Il paraît qu'elle existe en assez grande abondance dans le Nord de l'Allemagne, et particulièrement en Basse-Saxe. Elle a été décrite dans un

(1) *Beytrage zur naturgeschichte der Versteinerungen, in geognostischer Hinsicht, vom Herrn, von Schlottheim* (inséré dans le *Taschenbuch für die gesammte mineralogie, 7<sup>ter</sup>. Jahrgang*), page 93. *Frankfurth*, 1813.

Mémoire de M. *Hausmann* sur le *Quadersandstein*, inséré dans le n°. 1 des *Nord-Deutsche Beytrage zur berg und Hütten kunde*, p. 83 et suiv. (Brunswick, 1806). Je suis tenté de croire qu'il faut y rapporter la houille de *Sulzfeld*, en Franconie, mentionnée par M. Voigt, dans son *Traité de la Houille et du Bois bitumineux* (Voy. *Journal des Mines de France*, n°. 158, pages 81-84), et dont il fait une sous-espèce particulière, sous le nom de *houille lamelleuse* (*blatter kohle*).

Je ne parle point des *réinites* (*pechstein*), ni des porphyres dont cette roche forme la pâte, qui se trouvent en abondance dans la vallée de *Triebisch*, entre la forêt de *Tharandt* et *Meissen*, parce que je ne les ai point observés en place. On croit qu'ils appartiennent à la même formation que l'*argilophyre*, ou le porphyre argileux (*thonporphyr*) de la forêt de *Tharandt*.

Réinites.

À l'Ouest de Freyberg, depuis la forêt de *Cell* jusqu'aux environs de *Lichtewald*, sur une longueur de trois à quatre lieues, en allant du Nord au Sud, la bande schisteuse est recouverte par des *terrains de transition* (*übergangs gebirge*), dont les couches lui sont superposées en *stratification concordante* (*gleichformige lagerung*). On y remarque de la *diabase* (*grünstein*), du *jaspé schistoïde* (*lydischerstein*), et sur-tout des *psammites* et des *schistes argileux* (*grauwacke* et *grauwackenschieffer*), qui se présentent sur toute cette étendue, en couches non interrompues, constamment inclinées au Nord Ouest. Je ne connais dans ce terrain aucun filon métallique.

Psammites  
et autres  
terrains de  
transition.

Grès rouge  
sur le psam-  
mite.

Les psammites quartzeux ou granitoïdes sont eux-mêmes recouverts par un *psammite rougeâtre* ou *grès rouge* (*rothe liegende*), renfermant souvent de gros fragmens roulés (*conglomerat*), et qui remplit tout l'espace compris entre le groupe que nous venons d'examiner et celui du Nord-Ouest que nous examinerons plus tard.

*Nota.* (Dans plusieurs des mots allemands cités dans le cours de ce Mémoire, *Gleichformig*, *Planer*, *Flohe*, etc., il devrait y avoir sur les *o* et les *a*, deux points qui leur donnent la prononciation d'*œ* et d'*ae*.)

(*La Suite au Numéro prochain.*)

## NOTE

*Sur la vertu électrique de quelques minéraux;*

Par M. HAÛY (1).

M. Haüy ayant remarqué que des cristâux et des fragmens lamellaires de zinc oxydé qu'il n'avait fait chauffer que très-légèrement, manifestaient une électricité sensible, soupçonna que l'élevation de température pourrait bien être ici superflue, et que peut-être les corps dont il s'agit étaient habituellement dans l'état électrique. Il trouva effectivement que la plupart de ces corps agissaient immédiatement, et sans aucun accroissement de chaleur, sur l'aiguille dont il se sert pour ce genre d'expériences, et qui est connue de tous les minéralogistes (2). M. Haüy voulant savoir si cette espèce d'irritabilité du zinc oxydé se soutiendrait dans les basses températures, plaça sur sa fenêtre, le matin du 30 janvier 1816, un fragment de zinc oxydé, attaché à une petite tige de bois, à l'instant où un thermomètre de Réaumur appliqué à cette fenêtre indiquait 6<sup>d</sup>. au-dessous du zéro; il laissa le fragment dans cette position, pendant le tems nécessaire, pour qu'il parvint à l'équilibre de température avec l'air environnant. Il le présenta ensuite à l'aiguille, qui fut attirée d'une manière sensible.

Dans quelques-uns des mêmes corps, la vertu électrique subit des intermittences à certains instans. Mais souvent il suffit, pour la faire reparaître, de transporter le corps à un autre endroit de l'appartement; souvent aussi le retour à l'état électrique s'opère spontanément dans le même lieu, un moment après la cessation des effets.

(1) Quoique les observations dont il s'agit dans cette Note, aient été faites vers le commencement de l'année 1816; cependant, pour mettre nos lecteurs à portée d'en connaître plutôt les résultats intéressans, nous avons pensé devoir les publier dans le présent numéro, sans attendre le moment où nous ferons paraître celui de janvier 1816. (*Note des Rédacteurs.*)

(2) Cette aiguille doit être très-mobile, dans le cas dont il s'agit ici, parce que le zin coxydé n'a qu'une faible vertu électrique.

D'autres fragmens ou cristaux qui ne paraissent pas susceptibles de passer d'eux-mêmes à l'état dont il s'agit, n'ont besoin pour cela que d'être pressés pendant un instant entre les deux mains. Quelquefois même il suffit d'appliquer un doigt à la surface du corps, en évitant de le faire glisser, pour ne pas ajouter l'action du frottement à celle de la chaleur (2).

M. Haüy n'a trouvé aucun corps d'une autre nature que le zinc oxydé, qui étant présenté immédiatement à l'aiguille, y produisit un mouvement. Mais quelques tourmalines d'Espagne sont devenues électriques, par la simple pression entre les deux mains.

Un autre effet d'électricité, que les expériences de M. Haüy lui ont fait découvrir, consiste dans la faculté qu'ont certaines topazes, sur-tout celles de Sibérie, d'une couleur blanchâtre, de conserver pendant très-long-tems leur vertu, lorsqu'elles ont été chauffées. Il en a une qui, par un tems favorable, n'a perdu cette vertu qu'au bout de plus de vingt-quatre heures, tandis qu'une tourmaline d'Espagne, soumise à une expérience comparative, a cessé, après environ une heure, d'agir sur l'aiguille.

(1) M. Haüy a observé que les tems humides nuisaient à l'action électrique du zinc oxydé, en sorte que les moyens auxiliaires dont on vient de parler deviennent alors nécessaires à l'égard de certains fragmens qui par un tems sec agissent d'eux-mêmes sur l'aiguille.

# JOURNAL DES MINES.

N<sup>o</sup>. 227. NOVEMBRE 1815.

## AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines, et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte MOLÉ, Pair de France, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

## DESCRIPTION

*D'une Vis d'Archimède à double effet, destinée aux irrigations et aux épueusemens (1).*

Par M. PATTU, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées dans le département du Calvados.

Le perfectionnement des machines hydrauliques est depuis long-tems l'objet des instances de tous les cultivateurs et des hommes d'état;

(1) D'après l'imprimé publié par ordre de la Société d'Agriculture et de Commerce de Caen (Calvados).

gravier, de vase, de débris de végétaux, excluent beaucoup de machines hydrauliques, comme les pompes, les chapelets, les vis d'Archimède sans enveloppe, et qu'il convient de n'employer des hommes que quand on est entièrement privé d'autres moteurs, afin d'être garanti contre les fraudes, les coalitions, les interruptions forcées du travail, etc.

Nous hasardons aujourd'hui de présenter une vis d'Archimède à double effet, qui pourrait être préférée dans un grand nombre d'occasions. Elle emploie une chute d'eau pour moteur; elle n'exige pas d'ouvrages fixes importants; elle peut être transportée et placée promptement par-tout: les eaux qu'elle est destinée à monter, et celles qui doivent servir de moteur, peuvent charier sans inconvéniens du limon, du sable ou du gravier; enfin elle n'exige qu'un faible entretien.

Deux vis ordinaires et concentriques forment cette nouvelle machine; l'une est longue, mince, et sert de noyau à l'autre, qui est de beaucoup plus courte. Les conduits ont des directions opposées, en sorte que, quand le système se meut, l'eau s'élève dans une vis et descend dans l'autre; mais, s'il faut employer deux hommes pour monter de l'eau dans une vis quelconque, elle donnera un moteur égal à deux hommes (*on suppose qu'il n'y a point de frottement à vaincre*), lorsqu'étant libre elle sera tenue continuellement pleine par une chute d'eau; elle sera forcée alors de tourner dans un sens contraire à celui du premier cas. Il en résulte que, si l'une des vis de la nouvelle machine reçoit le produit de la chute, elle communiquera son mouvement à l'autre

vis qui remontera l'eau qu'elle aura puisée. Nous allons donner succinctement le moyen de déterminer leurs dimensions.

Lorsqu'une vis d'Archimède est en mouvement, l'eau en sort par intervalle, et montre ainsi qu'elle était dans des cases, dont la capacité dépend de la forme et de la position ou de l'espacement des filets. Supposons donc que l'espace occupé par l'eau dans une des cases d'une des vis de la nouvelle machine, soit semblable à l'espace occupé aussi par l'eau dans une des cases de l'autre vis: cette supposition fera découvrir plus promptement ce que nous cherchons; autrement il faudrait s'enfoncer dans des calculs dont l'exposition serait longue, et presque inutile quant à présent. Les solides semblables étant entre eux comme les cubes de leurs côtés homologues, le volume et le poids  $p$  de l'eau qui entrera dans une des cases de la petite vis, sera au volume et au poids  $P$  de l'eau qui entrera dans une des cases de la grosse vis, comme le cube du rayon  $g$  du noyau de la première vis est au cube du rayon  $G$  du noyau de la seconde vis, c'est-à-dire,

$$p : P :: g^3 : G^3.$$

Si l'on fait passer un plan vertical par l'axe du système,  $d$  étant la distance du centre de gravité du poids  $p$  à ce plan, et  $D$  la distance du centre de gravité du poids  $P$  au même plan, les règles de l'équilibre des leviers donneront

$\frac{p d}{P D}$  pour le rapport entre le moment de la force qui tend à faire tourner la vis du milieu, et

celui de la force qui tend à faire tourner l'autre vis. D'ailleurs  $D$  et  $d$  étant des lignes homologues, on a

$$\frac{d}{D} = \frac{g}{G} \dots \text{desorte que} \dots \frac{pd}{PD} = \frac{g^3 d}{G^3 D} = \frac{g}{G^4}$$

Que  $l$  soit la longueur de la vis du centre,  
 $n$  le pas des hélices de cette vis,  
 $L$  la longueur de la grosse vis,  
 $N$  le pas des hélices de cette vis,

le nombre des cases de la vis du centre sera....  $\frac{l}{n}$ ,

et celui des cases de la grosse vis sera.....  $\frac{L}{N}$ .

Mais le moment de toutes les forces qui tendent à faire tourner la première vis étant proportionnel à  $\frac{l}{n} p d = \frac{l}{n} g^3 d = \frac{l}{n} g^4$ , celui de toutes les forces qui tendent à faire tourner l'autre vis l'étant à  $\frac{L}{N} P D = \frac{L}{N} G^3 D = \frac{L}{N} G^4$ , et ces deux momens devant être égaux pour que l'équilibre ait lieu, on aura

$$\frac{l}{n} g^4 = \frac{L}{N} G^4$$

Ensuite, les pas des hélices étant aussi des quantités homologues,  $\frac{n}{N} = \frac{g}{G}$ ; d'où il suit que

$$l g^5 = L G^5$$

On pourrait obtenir ce résultat d'une autre manière.

Quand un moteur élève avec une machine une certaine quantité d'eau  $Q$  à une autre hauteur  $H$  pendant l'unité de tems, on dit que

l'effet produit est  $HQ$ . Cet effet serait  $hq$  pour une autre quantité  $q$  élevée à une hauteur  $h$ . L'action étant égale à la réaction, si  $H$  est la hauteur à laquelle l'eau serait élevée par la grosse vis qui en produirait  $tP$  dans un certain tems  $t$ , et si  $h$  est la hauteur à laquelle l'eau est élevée par la petite vis qui en produit  $tP$  dans le même tems  $t$ , ou aura

$\frac{tP}{tP} = \frac{h}{H}$  ou  $\frac{P}{p} = \frac{h}{H}$  ou  $\frac{G^5}{g^5} = \frac{l}{L}$ , ou enfin comme ci-dessus,

$$l g^5 = L G^5$$

Nous n'avons point eu égard dans ces calculs aux frottemens ni aux défauts qui peuvent se glisser dans le travail des ouvriers. Comme les données nécessaires pour la correction ne pouvaient être fournies que par l'expérience, nous avons fait construire le modèle dont le dessin est joint à cette exposition. La petite vis a quatre mètres de longueur, et 0<sup>m</sup>.256 de diamètre; la grosse a 0<sup>m</sup>.50 de longueur, et 0<sup>m</sup>.776 de diamètre. Le dessin montrera la forme et l'espacement des filets ou rangs de planchettes. Cette machine a été mise sous un angle de 35 degrés avec l'horizon. La petite vis a été remplie entièrement d'eau; on en a fait entrer ensuite 54 kilogrammes dans la grosse, et la rotation a eu lieu avec cette charge.

La petite vis avait 44 cases; elle pouvait donner par demi-tour 1<sup>k</sup>.03 d'eau, et chaque molécule de fluide parcourait en même-tems dans chaque case 0<sup>m</sup>.093 suivant l'axe, ou s'élevait de 0<sup>m</sup>.05334 perpendiculairement. La grosse vis pouvait donner par demi-tour ou par case 25<sup>k</sup>.25

d'eau, et chaque molécule de fluide parcourait en même tems dans chaque cas  $0^m.136$  suivant l'axe, ou s'élevait de  $0^m.078$  perpendiculairement.

La petite vis pouvait donc élever par demi-tour. . . . 44 (1.03) k. d'eau à  $0^m.05334$ .

Et la grosse. . . . 54 k. . à . .  $0^m.07800$ .

Ce qui donne pour l'effet

de la première 44 (1.03) ( $0.05334$ ) ou 24,17,

de la seconde . . . 54 ( $0.07800$ ) ou 42,12,  
et pour le rapport des deux effets  $\frac{24,17}{42,12} = \frac{57,14}{100}$ .

Nous avons vu ensuite la machine faire 32 tours par minute sous une chute qui l'entretenait sans cesse. La grosse vis qui renfermait trois cases devait alors avoir une charge de  $75^k.75$  d'eau, et il est facile de voir que le rapport de l'effet réel à la force du moteur était de  $\frac{61}{100}$ .

Nous avons lieu de penser qu'une force moindre aurait produit le même effet, car le noyau de la longue vis était trop faible et ployait sensiblement; elle-même avait pris, par l'inattention des ouvriers, une courbure d'un centimètre et demi; et la grosse s'était par la même cause aplatie sous l'autre qu'elle avait inutilement portée pendant les trois semaines environ qui ont séparé les observations.

D'un autre côté, cette machine n'est qu'un modèle dont les dimensions sont petites; l'eau y éprouvait beaucoup de frottement; elle était forcée d'y parcourir des courbes dont la courbure était considérable; elle y était en un mot comme dans les lits des ruisseaux où, malgré leur grande pente, elle a quelquefois moins de vitesse que dans les grands fleuves: elle ren-

contrera moins d'obstacles dans une machine plus grande, et y fera nécessairement perdre une moindre partie du moteur.

Il faut remarquer aussi que, comme dans les roues à augets, où l'eau agit semblablement par son poids, elle a d'autant plus de force dans la vis où elle descend que la vitesse est petite, tandis que dans l'autre vis la pression est toujours la même. Il faudrait donc un moteur plus puissant ou plus abondant pour une grande vitesse que pour une petite.

On entrevoit au reste qu'il y aurait une multitude de recherches et d'expériences à faire pour découvrir la forme, les dimensions et la position que l'on devrait donner à toutes les parties de la nouvelle vis, afin que la force mouvante produisît le plus grand effet. Mais on ne craint pas d'assurer que, dans cette machine, exécutée avec de grandes dimensions, le rapport de l'effet utile à la force employée sera au moins  $\frac{61}{100}$ . Les machines les plus productives, comme le bélier, donnent rarement un rapport plus grand. Il faudra donc que le membre de l'équation  $LG^5 = lg^5$  relatif à la vis qui servira de moteur soit multiplié par  $\frac{100}{61}$ , pour que cette équation donne les véritables dimensions qu'on cherchera.

Nous n'exposerons point les détails qui seront nécessaires aux ouvriers qu'on pourra charger de construire la nouvelle machine; nous ferons seulement plusieurs remarques qui paraissent importantes.

Si l'on versait l'eau par un conduit dans les cases de la vis qui servira de moteur, on perdrait inutilement une chute plus ou moins

grande, et l'on aurait une dépense d'eau qui serait uniforme, tandis que les cases regorgeraient ou ne seraient pas remplies, à moins qu'on n'eût trouvé la vitesse qui fit consommer utilement et en entier l'eau qui arriverait; on serait alors dans le cas des roues à godets. Une auge échancrée, comme celle du modèle qui a servi à faire des expériences, prévient les embarras et les pertes, la vis puisera elle-même toute l'eau nécessaire pour remplir ces cases, quelle que soit la vitesse. Cependant il y aura toujours un *maximum* dans le produit réel de la machine; si elle tourne très-lentement, ce produit sera faible pendant un certain tems, par exemple, pendant un jour; si au contraire elle tourne avec une grande rapidité, le même produit sera encore très-faible: il faudra donc faire des observations exactes pour savoir quelle est la vitesse avec laquelle la machine produirait une quantité d'eau qui fût ce *maximum*. Ce cas est différent de celui où il faut obtenir le plus grand effet avec une chute déterminée, et qui, suivant ce que nous avons dit ci-dessus, demande que la rotation soit très-petite, sauf à employer plusieurs machines.

Il convient que la grosse vis ait pour noyau un cylindre creux formé avec des douves, et à travers lequel la petite vis puisse passer; quelques coins suffiront ensuite pour maintenir ces deux vis. La petite devra être liée sous l'autre avec du gros fil d'archal, afin d'éviter les ceils saillans des cercles de fer ordinaires.

Suivant les remarques faites par ceux qui ont déjà écrit sur la vis d'Archimède, les planchettes devront être inclinées, afin d'augmenter la ca-

pacité des cases destinées à l'eau. L'inclinaison sera néanmoins limitée par les formes et les assemblages que l'on sera forcé de donner aux différentes pièces de la machine pour qu'elle ait la solidité qui lui est nécessaire. Quant au pas des hélices, il faudra le déterminer de manière que l'air soit libre, ou qu'il n'empêche pas l'eau de s'élever dans les cases, et de produire les effets attendus: cette remarque est importante.

La vis d'Archimède, mue par des hommes, a été préférée jusqu'ici avec raison dans un grand nombre de fondations où il faut faire des épuisemens; mais on objecte qu'elle ne peut avoir qu'une faible longueur pour ne pas être sujette à se courber, et qu'elle devient très-lourde. Si ces inconvéniens n'existaient pas, on aurait enfin une machine parfaite. Cependant elle peut avoir, et on lui donne effectivement 7<sup>m</sup> 30 de longueur dans plusieurs travaux importants des côtes de la Normandie. Elle monte ainsi l'eau à 4<sup>m</sup> de hauteur, lorsqu'elle fait un angle de 35 degrés avec l'horizon. Sans prétendre donner à la nouvelle machine un usage universel, nous observerons qu'il serait possible de faire soutenir la longue vis dans plusieurs endroits, par des roues qui lui seraient perpendiculaires, et que ce moyen mettrait à même de la faire de plusieurs morceaux qu'on visserait ensemble.

Quoi qu'il en soit, on peut distinguer trois principales occasions où la nouvelle machine conviendra.

FIGURE I<sup>o</sup>.

Si l'on a une faible chute d'eau dans un ruisseau, et qu'on veuille faire des irrigations sur des terres élevées, emplir des réservoirs de bains, de jardins, de manufactures, etc., la grosse vis servira de moteur, et sera mise au pied de l'autre, qui montera l'eau à une hauteur déterminée.

## FIGURE II.

Si l'on a une source ou un ruisseau élevé, dont les eaux sont amenées par un aqueduc qui peut n'être qu'une suite d'auges en bois posées sur des tréteaux, et si l'on veut dessécher des marais, la petite vis servira de moteur, la grosse sera encore placée au pied, et montera l'eau qu'on voudra faire sortir.

## FIGURE III.

Enfin, si l'on veut tenir à sec une fouille destinée à des fondations ou à des minières, et qu'on puisse encore disposer d'un réservoir, d'une source, ou d'un ruisseau pour faire une chute, la grosse vis sera placée au haut de l'autre, sur le prolongement du noyau, et servira de moteur. Les travaux des ports maritimes, et ceux qu'on exécute aux embouchures des rivières sujettes aux marées, pourront profiter de cette troisième combinaison, lorsqu'il sera facile de former auprès d'eux quelques retenues où la mer entrera quand elle sera pleine.

Nous ne proposons point dans ces figures les dimensions ni les rapports qu'il convient d'employer; car la même machine doit changer de grandeur et de forme, suivant l'usage et les lieux auxquels elle est destinée, et les matériaux dont on peut disposer; la vis d'Archimède simple n'est pas elle-même toujours construite d'une manière semblable. Sa longueur, son diamètre, le nombre et le pas de ses hélices varient considérablement; mais les ouvriers préviendront des erreurs et des pertes, en sollicitant les secours des personnes qui se sont rendu la théorie des arts familière, et dont les écoles instituées par le Gouvernement ont accru le nombre dans toutes parties de la France.

## RAPPORT

*Fait à la Société d'Agriculture et de Commerce de la ville de Caen, par M. JOYAU, au nom de la Commission nommée pour examiner une Vis d'Archimède à double effet, proposée par M. PATTU, Membre de la Société.*

MESSIEURS,

Vous nous avez chargés, M. Lance, M. Prudhomme et moi, non pas de vous décrire la machine proposée par M. Pattu, ni de vous en présenter la théorie; personne ne pouvait mieux remplir cette double tâche que l'auteur lui-même, et il l'avait déjà fait dans votre séance du 19 janvier, de manière à ne laisser rien à désirer; mais, fidèles à la loi sage que vous vous êtes toujours imposée, vous avez voulu faire vérifier les faits et les résultats matériels avant que d'émettre votre opinion sur l'utilité de l'invention: nous venons, Messieurs, vous rendre compte de ce que nous avons fait pour remplir vos intentions.

M. Pattu a fait transporter, et placer auprès du moulin de Montaigu, le modèle qu'il avait fait construire, et qu'il a décrit dans le Mémoire joint à notre Rapport, et nous avons remarqué:

1°. Que la machine inclinée sous un angle de 35 degrés, étant mise en mouvement par une chute d'eau d'un demi-mètre au plus, chute qui s'opérait dans l'intérieur de la grande vis;

2°. Que, sans doute, par suite des accidens qu'elle a éprouvés en restant pendant long-tems sans mouvement et sans abri, elle s'était déjetée d'environ 26 millimètres;

3°. Qu'outre cela elle éprouvait une flexion sensible par suite de la faiblesse de son axe ou noyau;

4°. Que, malgré ces défauts qui peuvent être évités, elle faisait environ vingt tours sur elle-même par minute;

5°. Que l'eau était élevée par la petite vis à la hauteur de 1<sup>m</sup> 70 au-dessus du courant, à son entrée dans la grosse vis;

6°. Que le rapport entre l'effet utile et la force du moteur, était environ  $\frac{40}{100}$ .

Ainsi, Messieurs, il nous a paru très-probable qu'une machine parfaitement construite sur des dimensions plus grandes (ce qui diminuera la perte causée par les frottemens), devra avoir un effet beaucoup plus considérable, et quand les résultats seraient bornés à ceux que nous avons vu produire par un simple modèle qui a des défauts et qui a éprouvé des accidens, ne seraient-ils pas déjà assez considérables pour assurer à l'inventeur de cette belle et simple machine, un juste tribut de reconnaissance?

Sans doute la vis de M. Pattu ne peut pas servir dans toutes les circonstances; mais ne croyons pas que son utilité reste bornée aux

exemples qu'il s'est réduit à vous indiquer ; une idée neuve et heureuse, quoique simple en elle-même, est trouvée ; d'heureuses et nouvelles applications s'en feront bientôt, et n'en doutons pas, elles porteront les avantages de la découverte bien au-delà de ce que s'en promet son auteur. Comment, en effet, Messieurs, cette machine ne deviendrait-elle pas bientôt d'un usage, sinon général, au moins très-multiplié pour notre agriculture, pour nos manufactures, et pour les constructions du génie ;

Elle n'offre aucune complication de rouage, de forces ou de mouvemens ;

Elle peut se transporter avec facilité, et se placer promptement ;

Elle n'est pas très-chère, et ne coûte aucuns frais d'entretien ;

Elle n'exige d'autre moteur que le fluide même sur lequel elle est destinée à agir ; elle transporte avec lui les vases, et le gravier qu'il charie et qui obstruent bientôt tant d'autres machines, et elle cède à l'impulsion de l'eau, au moyen d'une faible chute.

Dans l'état où M. Pattu a trouvé la vis d'Archimède, elle offre déjà tant d'avantages qu'on s'en sert fréquemment, malgré la dépense énorme que coûte l'emploi de toute machine qui n'est mise en mouvement que par les bras de l'homme.

Maintenant, dans beaucoup de circonstances, la vis de M. Pattu payera par elle-même, si je puis parler ainsi, toute cette main-d'œuvre, et donnera un résultat triple, puisqu'on ne perdra ni les heures de la nuit, ni celles que  
les

les ouvriers emploient pour faire leur repas, ou pour se reposer, soit par nécessité, soit par paresse.

Nous sommes donc convaincus, Messieurs, que la découverte de notre collègue est une belle et heureuse idée, dont chaque jour démontrera de plus en plus l'utilité. Nous énonçons cette opinion avec d'autant plus de confiance, qu'elle a été partagée par M. Bouessel, inspecteur-divisionnaire des ponts-et-chaussées, qui, dans le même instant que nous, a vu mouvoir et a examiné la machine de M. Pattu, et par plusieurs d'entre vous qui l'ont examinée depuis. (*MM. Segurier, préfet du Calvados, Lair, Ducheval, Thierry fils, et le Sauvage.*)

Sans doute, Messieurs, vous croirez remplir le double but de votre institution, en vous hâtant de faire connaître une invention également utile à nos champs et à nos ateliers ; et jamais peut-être n'avez-vous eu une plus juste occasion de vous honorer des travaux d'un de vos membres ?

Nous avons donc l'honneur de vous proposer d'arrêter que le Mémoire de M. Pattu sera imprimé aux frais de la Société, distribué à ses membres, et que des exemplaires seront en outre adressés par elle aux principales autorités de ce département, et des arrondissemens qui le composent, ainsi qu'aux Sociétés savantes correspondantes avec elles.

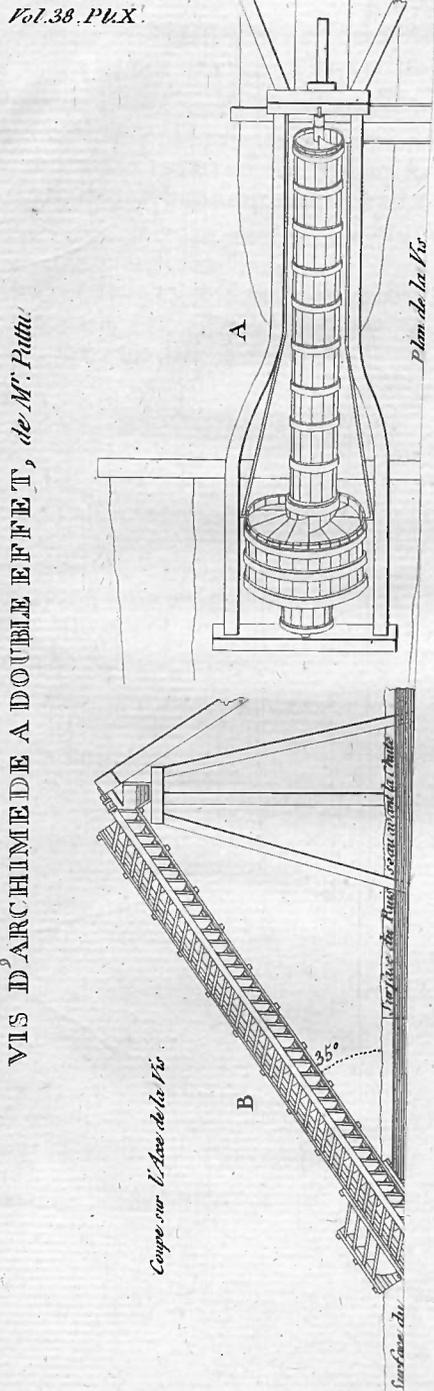
La Société d'Agriculture et de Commerce de Caen a arrêté, dans sa séance du 16 février  
Volume 38, n°. 227.

338 VIS D'ARCHIMÈDE A DOUBLE EFFET, etc.  
 1815, que le Mémoire de M. Pattu, intitulé:  
*Description d'une Vis d'Archimède à double*  
*effet*, serait imprimé et envoyé à ses corres-  
 pondans, et aux différentes Sociétés d'Agricul-  
 ture de France.

*Pour extrait conforme au procès-verbal,*

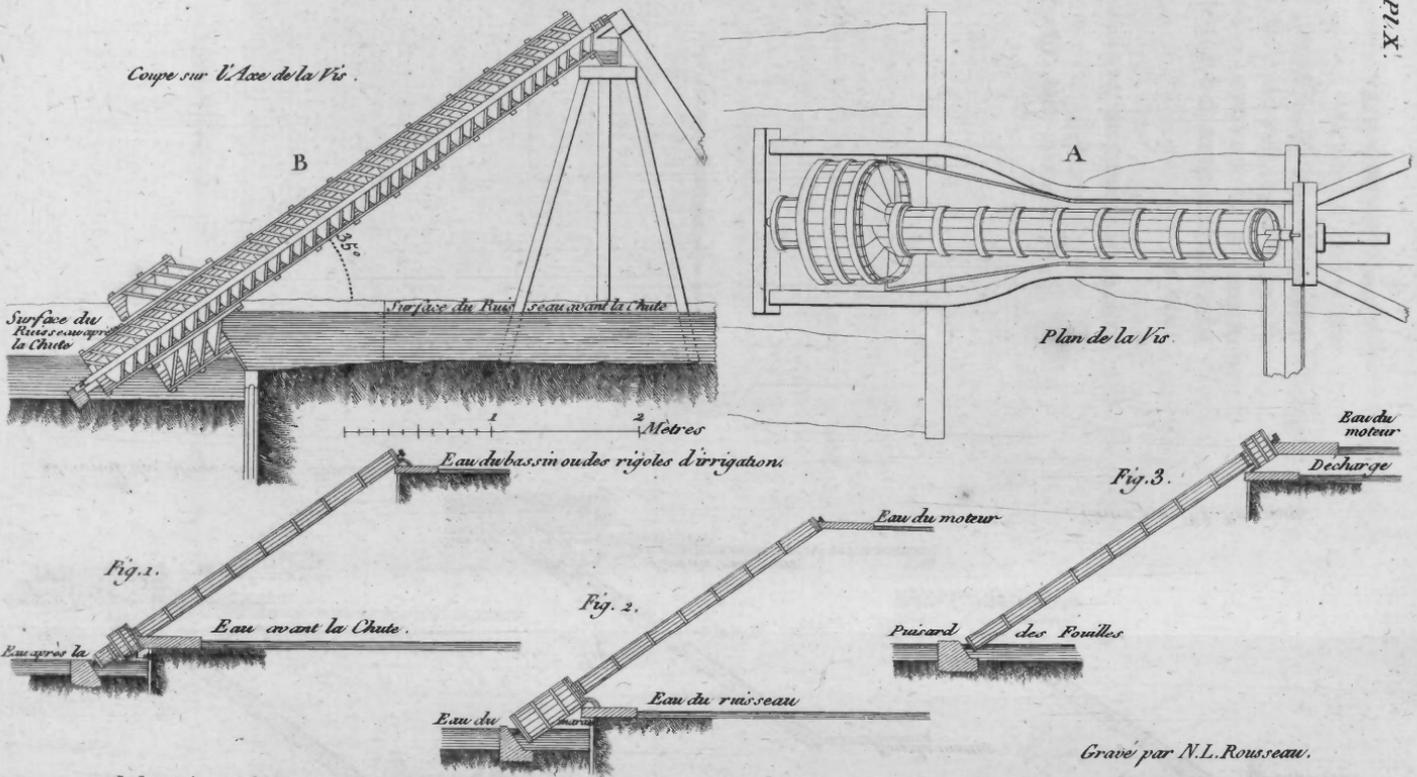
P. A. LAIR, Secrétaire.

VIS D'ARCHIMÈDE A DOUBLE EFFET, de M. Pattu.



VIS D'ARCHIMEDE A DOUBLE EFFET, de M. Pattu.

Vol. 38. Pl. X.



Gravé par N.L. Rousseau.

SUITE  
DE L'ESSAI GÉOGNOSTIQUE

SUR

L'ERZGEBIRGE,

*Ou sur les Montagnes métallifères de la Saxe ;*

Par A. H. DE BONNARD, Ingénieur en chef au Corps royal  
des Mines.

§. II.

*Groupe ou système du Sud-Ouest.*

Ce système occupe toute la partie méridionale de l'espace qui n'est pas compris dans notre premier groupe. Ses limites sont : à l'Est, la limite occidentale du groupe précédent ; au Sud et à l'Ouest, à peu près les limites du cercle de l'Erzgebirge ; enfin, au Nord, une ligne tirée de *Zwickau*, à *Lichtenstein*, *Chemnitz*, et *Æderan*.

Son étendue.

L'ensemble des roches qui constituent le sol de cette contrée, semble s'appuyer en général, au Sud, sur un terrain granitique assez étendu. Vers l'Est, ce granite est en partie caché. On le suppose formant, en Bohême, un peu au Sud de la crête qui fait la séparation des deux royaumes, une chaîne à peu près parallèle à cette crête. Un rameau granitique, partant sans doute de cette chaîne, pénètre dans l'*Erzgebirge*, et se montre au jour, dit-on, sur les bords de la *Zschoppau*, près de *Buchholz* et de *Wiesbaden*. Je ne l'ai pas vu en place. A l'Ouest

Terrain granitique en partie caché.

de *Joachimsthal*, le granite paraît, à la surface, d'une manière continue. Il s'étend, au Nord-Ouest, vers *Johanngeorgenstadt*, puis au Nord, et sa limite suit alors à peu près la vallée de *Schwartzwasser*, jusqu'à *Schwartzenberg*; de là elle se dirige au Nord-Ouest, jusqu'à *Schneeberg*, où elle retourne vers le Sud-Ouest. Au Sud de *Joachimsthal*, le granite s'étend vers *Carlsbad*, et dans toute la partie Nord-Ouest de la Bohême.

Il résulte de cette disposition, et de la sinuosité de la ligne formée par le noyau en partie connu et en partie présumé, que les couches des terrains qui le recouvrent, et qui sont généralement inclinées vers le Nord, penchent: au Nord-Est, près de *Zæblitz*; au Nord, à *Marienberg*; au Nord-Ouest, à *Ehrenfriedersdorf*, *Geyer*, *Annaberg*, *Scheibenberg*, *Elterlein*, etc.; à l'Est, de *Johanngeorgenstadt* à *Schwartzenberg*; au Nord-Est et au Nord, de *Schwartzenberg* à *Schneeberg*; puis de nouveau au Nord-Ouest, inclinaison qui devient d'ailleurs générale, dans presque toute la partie septentrionale du système, c'est-à-dire, dans celle qui est la plus éloignée du noyau.

Le granite de *Carlsbad*, *Johanngeorgenstadt*, *Schwartzenberg*, etc., est remarquable, en ce qu'il présente souvent une stratification horizontale très-distincte. Quelquefois, dans la vallée de *Schwartzwasser*, les bancs semblent incliner très-légèrement vers le Nord. Les grains de ce granite varient de dimensions, mais le plus souvent, ils sont de grosseur moyenne. Dans beaucoup d'endroits, la roche contient du minerai d'étain disséminé. Dans

les environs de *Schneeberg*, elle renferme quelquefois, de la même manière, de la chaux carbonatée brunissante (*braunspath*) et des cristaux de pinité. Près de *Carlsbad*, et sur-tout à *Ellnbogen*, le granite, qui est à petits grains, renferme de gros cristaux de feldspath, ce qui lui donne quelquefois une apparence presque porphyroïde. On y observe aussi, à *Ellnbogen*, deux filons de feldspath qui contiennent, en petite quantité, du quartz et du mica. A *Carlsbad*, le granite renferme deux petites veines de tourmaline et un filon de silex corné (*hornstein*), qui paraît, dans quelques parties, intimement mélangé de fer spathique, et qui contient, en grande quantité, des fragmens de la roche granitique qui l'encaisse.

On remarque, dans la nature et la disposition du granite des environs de *Carlsbad*, des diversités assez frappantes. Elles ont fait penser à M. Brongniart, qui a visité ce pays en 1812, que ce granite devait être rapporté à deux formations différentes. Le granite qui constitue les sommets les plus élevés et les pentes les plus escarpées, lui paraît être plus ancien et former le sol primitif de la contrée. C'est celui qui contient les gros cristaux de feldspath de *Carlsbad* et d'*Ellnbogen*. L'autre, d'un grain variable, et quelquefois aussi porphyroïde, forme des collines moins hautes et plus arrondies, qui semblent remplir les intervalles laissés par les montagnes du granite précédent. Le feldspath de ce second granite présente une tendance assez grande à la décomposition, et c'est lui qui produit le caolin exploité dans les environs, pour plusieurs petites fabriques de porcelaine.

Je parlerai des granites plus récents, de *Geyer* et du *Greiffenstein*, en traitant des mines d'étain de *Geyer*.

Filons d'étain dans le granite.

Il est rare, en général, d'observer des mines en exploitation dans le granite. On remarque cependant, dans celui que nous considérons maintenant, plusieurs mines d'étain, entr'autres, celles de *roth und weisse Læwe*, situées près de *Breitenhoff*, sur la rive gauche du *Schwartzwasser*, et qui présentent, dit-on, des filons exploités dans le granite même. On a exploité autrefois beaucoup de filons semblables dans les environs d'*Eybenstock*, et aussi, à ce qu'on assure, des filons de minerai de fer. De plus, ainsi que nous le verrons tout-à-l'heure, les filons de *Schneeberg* et de *Johanngeorgenstadt* pénètrent jusqu'au granite, et plusieurs y sont exploités.

Etain disséminé dans le granite. Exploitation d'étain par lavage.

Enfin, notre granite offre, à sa surface, ou dans son contact avec d'autres terrains, plusieurs exploitations intéressantes. Telles sont d'abord les mines d'étain par lavage (*seiffenwerke*), situées entre *Johanngeorgenstadt* et *Eybenstock*. Là, le granite, imprégné souvent d'étain oxydé, est presque toujours en même temps dans un état d'altération qui rend la séparation de ce minerai facile. Souvent même il est entièrement désagrégé, et le sol paraît formé de terrain de transport. On essaye ces roches par des lavages en petit; et, quand les essais ont fait connaître une partie riche, on creuse à la surface une grande quantité de petits canaux, dans lesquels on fait arriver l'eau de réservoirs destinés à cet usage. Le courant achève, quand cela est nécessaire, de désaggréger le granite, et enlève les parties terreuses produites par la

décomposition du feldspath et du mica. Le résidu est ramassé, lavé sur des tables, à plusieurs reprises, et bocardé, jusqu'à ce que la proportion d'étain devienne assez considérable pour que le minerai puisse être fondu avec avantage. Ce genre d'exploitation, tout-à-fait analogue à celui qui a lieu en Cornouailles, dans une roche et pour un minerai de nature semblable (Voy. les *Voyages Métallurgiques* de Jars, Tom. III, et le *Journal des Mines de France*, N<sup>o</sup>. 84), remonte à une haute antiquité. On bocarde et lave aussi aujourd'hui, avec bénéfice, une partie des résidus laissés par les anciens. On a trouvé autrefois, dans les produits de ces lavages, quelques grains d'or. On y a aussi trouvé, dit-on, des opales (1).

Près d'*Aue*, à une lieue à l'Est de *Schneeberg*, est l'exploitation de caolin, appelé par les mineurs *weisse Erde*, qui alimente en grande partie la fabrique royale de porcelaine de *Meissen*. Cette exploitation a lieu sur deux bancs de caolin, ou feldspath décomposé, chacun de six pieds d'épaisseur, situés entre le granite qui leur sert de *mur*, et le micaschiste qui les recouvre. Ils sont séparés l'un de l'autre par une couche de granite, de trois pieds de puissance, dans laquelle le feldspath est aussi passé à l'état de caolin. Les bancs de caolin contiennent, en assez grande quantité, des blocs et de gros cristaux de quartz, ainsi que des cristaux de pinite; ils sont inclinés au Nord-Est, comme le micaschiste qui les recouvre. Cette

Conche de caolin à la surface du granite. Exploitation d'Aue.

(1) Charpentier. *Mineralogische Geographie*, etc., page 275.

inclinaison est d'abord de quinze à dix-huit degrés, puis elle devient beaucoup plus considérable, et va jusqu'à soixante degrés. Alors les bancs de caolin s'amincissent de plus en plus, et bientôt ils disparaissent tout-à-fait. (*sich auskeilen*). La longueur de la partie exploitable est d'environ soixante-dix toises, sa largeur de cinquante toises. Dans ce dernier sens, on dit que les bancs sont coupés, des deux côtés, par deux filons de minerai de fer, au-delà desquels on ne les retrouve plus.

On arrive à ces bancs par de petits puits peu profonds. On exploite le tout, en deux étages, en commençant par l'étage inférieur, par une méthode assez analogue à l'*ouvrage en travers*. Ce caolin est en général d'un blanc un peu rosâtre. On le sépare, au marteau, des blocs et cristaux de quartz qu'il renferme, et on râcle ensuite, avec un couteau, toutes les petites parties quartzieuses qui y sont mêlées; puis on le pile et on le sèche. Le granite exploité est écrasé à la main ou bocardé, suivant son degré de friabilité; on le lave ensuite dans des sceaux, avec une spatule; l'eau se charge des parties argileuses qu'elle dépose dans une suite de tonneaux disposés à cet effet; le caolin déposé est séché, pile, et envoyé, avec le premier, à Meissen, où le tout subit, dit-on, de nouveaux lavages. 36 hommes travaillaient à cette exploitation en 1808, et extrayaient annuellement 2000 à 2500 quintaux de caolin.

Les nombreuses mines de fer de cette contrée présente un fait géognostique assez remarquable, et qui semble d'abord presque analogue à celui offert par la mine de caolin d'*Aue*.

Filons de minerai de fer entre le granite et le gneiss ou micaschiste.

(Je l'ai déjà indiqué au sujet de la mine de *Schellerhau*, près *Altenberg*). Les gîtes de minerai sont situés en général au lieu de contact du gneiss ou du micaschiste avec le granite, et ils ont le granite pour mur, et le micaschiste ou le gneiss pour toit, pendant la plus grande partie de leur longueur. Mais ce sont cependant de véritables filons; car ils finissent toujours par couper et traverser l'une des deux roches, et souvent toutes les deux. Ainsi, l'une des extrémités du filon est entièrement encaissée dans le granite, puis le filon court longtemps entre les deux roches, puis il entre, en entier, dans la roche supérieure. On peut observer cette manière d'être aux mines de fer de l'*Irrgang*, situées près de *Platten* en Bohême; en Saxe, près *Johanngeorgenstadt*, à la mine de *Gottesgnade am Schimmel*; près *Cradorf*, aux mines de fer de *Rodenberg* (dont le filon est peut-être la prolongation de celui de l'*Irrgang*), et ailleurs. Ces filons sont en général puissans de plusieurs toises, tous dirigés à peu près du Nord au Sud, presque verticaux, mais inclinés vers l'Est. Ils renferment du *fer oxydé rouge* (variété du fer oligiste), et du *fer hydraté* ou *fer oxydé brun* (*roth und braun eisenstein*) avec du minerai de manganèse, beaucoup de quartz et de schiste, et quelquefois de nombreux fragmens roulés de granite et de gneiss ou micaschiste. On y trouve des cristaux pseudomorphiques de quartz, répandus et remarqués dans les collections, lesquels, moulés dans la forme primitive du fer oligiste, sont toujours recouverts d'une lame de cette substance dont on ne rencontre jamais de cris-

Mines de  
fer de Ro-  
denberg.

taux entiers. Les mines de *Rodenberg* sont les plus considérables. Elles sont exploitées à plus de 100 toises de profondeur, occupent 170 ouvriers, et livrent annuellement environ 70,000 q. de minerai. Leur exploitation a lieu par ouvrage à gradins (*Strossenbau*) très-réguliers. La grande puissance des filons, et par suite la largeur des gradins, obligent à soutenir les pièces du boisage par deux arcs-boutans, entre lesquels on place un madrier qui sert comme de clef à cette espèce de voûte. Ce boisage est joli et très-bien exécuté. Il a paré à un grand nombre d'inconvéniens que l'exploitation présentait.

On assure aussi, dans cette mine, avoir éprouvé de grands avantages d'un mode particulier de boisage des puits, qui consiste à garnir le pourtour extérieur des cadres avec des branches de sapin.

Eaux ther-  
males de  
Carlsbad.

Je terminerai ce que j'ai à dire, au sujet du granite du second système, par quelques mots sur les sources d'eaux thermales de *Carlsbad*. *Carlsbad* est situé sur la *Tæppel*, dans une vallée étroite, encaissée entre deux montagnes granitiques. Dans le sol même de la vallée, au lieu où la ville est bâtie, on ne connaît aucune autre espèce de roche; et c'est cependant du milieu de ce bassin, très-près du lit de la rivière, que jaillit une source considérable d'eau bouillante. Elle sort d'une espèce de voûte de concrétions calcaires (*Kalksinter*) (1), enveloppe qu'elle s'est formée elle-même par ses

(1) Il paraît que ces concrétions doivent être rapportées à l'espèce de l'arragonite. Elles sont célèbres pour la variété

dépôts, au-dessous de laquelle est une vaste excavation pleine de vapeur et d'eau, et dont on dit que la profondeur est inconnue. D'autres sources de la même nature, mais moins abondantes et moins chaudes, sont situées de l'autre côté de la rivière, et sortent visiblement du granite même, ou, plus exactement, du filon de silex corné (*Hornstein*), qui le traverse et que j'ai déjà cité.

Il semble extraordinaire de voir sortir de seaux thermes du granite. M. Werner suppose que le fond de la vallée doit être formée de terrains secondaires cachés par le sol végétal, et renfermer des couches de houille ou de lignite en combustion, ainsi qu'il en existe plusieurs dans les environs de Carlsbad. Il croit que là est le foyer chauffant de toutes ces sources, que l'eau est celle même de la *Tæppel*, qui s'infiltré dans les cavités souterraines, et qui est rejetée par la force expansive des vapeurs qui la compriment, ce qui expliquerait les alternatives que présentent plusieurs sources, lesquelles ne jaillissent que par bouillons momentanés; que la source principale est située au-dessus du foyer même, et que les autres en sont des embranchemens qui ont pénétré dans le terrain primitif qui encaisse le bassin, par les interstices du filon de *Hornstein*.

Les eaux de *Carlsbad* contiennent du sulfate et du muriate de soude, de la chaux, de l'acide carbonique, et du fer. Le sulfate de soude est le principe dominant, et l'on vend, pour ser-

des couleurs que présentent les zones dont elles sont formées, et pour les *pisolithes* (*erbsenstein*) qu'elles renferment.

vir à la fabrication de la soude, sous le nom de *sel de Carlsbad*, un sulfate de soude impur, qui n'est autre chose que le résultat de l'évaporation des eaux thermales. Cette opération s'exécute, sur le lieu même, dans des chaudières placées sur la voûte de concrétion calcaire dont la source principale jaillit, et mises en ébullition au moyen de la seule chaleur de cette voûte. L'acide carbonique est aussi en assez grande abondance dans ces eaux. Il s'échappe, de la cavité souterraine qui les renferme, par-tout où il peut trouver une issue. Il sort, dans plusieurs endroits, de la surface du terrain, sous forme gazeuse, et avec bruissement. A l'une de ces ouvertures naturelles, il traverse un petit bassin rempli d'eaux pluviales qu'il acidule, et auquel on donne le nom de *sauerbrunne*, quoiqu'il n'y ait là aucune source.

On sait que les eaux de *Carlsbad* sont au nombre des plus célèbres et des plus fréquentées de l'Allemagne et de l'Europe entière.

Avant de passer aux roches qui paraissent suivre immédiatement le granite dans l'ordre d'ancienneté, je dirai, en peu de mots, que près de *Carlsbad*, le granite est recouvert immédiatement par beaucoup de terrains divers, des vakes, des basaltes, des calcaires secondaires, des argiles plastiques et des lignites; enfin des grès. A l'embouchure de la *Tappel* dans l'*Eger*, on remarque, sur le granite, une colline formée d'un grès sableux qui renferme beaucoup d'empreintes de végétaux. Il n'est pas hors de propos de faire connaître, à cet égard, ne fut-ce que pour montrer jusqu'où peut en-

Terrains divers superposés au granite, près de *Carlsbad*.

traîner le désir de faire des systèmes géologiques, qu'un des hommes dont s'honore le plus, avec raison, l'Allemagne littéraire, M. de Goethe, a fait, sur la constitution et la formation du sol des environs de *Carlsbad*, un ouvrage dans lequel il affirme, dit-on, que le granite et le grès dont je viens de faire mention, ont eu une formation contemporaine.

Quelquefois le grès ne recouvre pas immédiatement le granite, mais bien des couches de caolin qui sont à sa surface. Il paraît aussi quelquefois recouvrir la formation d'argile plastique et de lignite, qui semble superposée très-abondamment au granite dans le nord de la Bohême. Enfin, on le trouve en beaucoup d'endroits dans les terrains basaltiques de cette contrée; mais ses rapports de position avec le basalte ne sont pas bien déterminés. Il faut remarquer que, dans cette dernière circonstance, le grès devient plus dur, prend un grain beaucoup plus serré, et se rapproche du quartz, tandis que celui qui recouvre le granite, près de *Carlsbad*, a beaucoup moins de consistance, et semble appartenir à une autre formation.

Indépendamment du nord de la Bohême, le grès quartzeux dur se retrouve en abondance dans plusieurs autres contrées basaltiques, particulièrement dans les environs de *Göttingue*. Aussi, plusieurs géognostes allemands regardent ce grès comme appartenant spécialement à ce qu'ils appellent la formation des trapps secondaires (*flötz-trapp-formation*).

Ainsi que nous l'avons vu, ce n'est que par induction qu'on admet que les roches de la partie orientale de notre second système, re-

Gneiss; micaschiste, et phyllades du second groupe.

posent sur un noyau de granite ; mais il n'en est pas ainsi pour la partie occidentale. La superposition paraît évidente, dans tout le pourtour du noyau granitique, depuis *Johanngeorgenstadt* jusqu'à *Schneeberg*. Près de *Johanngeorgenstadt*, par exemple, le granite forme une espèce d'amphithéâtre ouvert du côté de l'Est, vers la vallée de *Schwartzwasser* ; et, dans l'intérieur de cet espace, le micaschiste pend successivement vers le Nord, vers l'Est, ou vers le Sud, selon la portion de la concavité du granite sur laquelle il s'appuie. Enfin, sur le chemin de *Schwartzberg* à *Schneeberg*, on voit la superposition même du micaschiste au granite, dans deux endroits ; l'un, situé dans un chemin creux, près *Neuwelt* ; et l'autre, près *Lauter*, sur le *Lumpicherberg*. Dans ce second endroit, on remarque, entre les deux roches, un petit banc de caolin, dans une position analogue à celui d'*Aue*.

On voit que souvent, ici, le micaschiste repose immédiatement sur le granite, et le gneiss n'existe pas. Dans la partie Sud-Est de notre groupe, ces deux roches se fondent tellement l'une dans l'autre, qu'il est souvent difficile de décider quel nom on doit donner à celle qu'on rencontre. Ainsi, le *Fichtelberg*, le *Keilberg*, et les autres montagnes des environs de *Wiesenthal*, sont composées d'une roche qui semble tenir le milieu entre le gneiss et le micaschiste, ou passer à chaque instant de l'un à l'autre. Il est à remarquer aussi, que ces montagnes, qui forment la partie la plus élevée de la crête (1), ne

(1) D'après Charpentier, le *Fichtelberg* est élevé de

présentent presque aucun escarpement qui permette d'observer leur structure avec un peu de détail, et qu'en traversant la chaîne, on fait souvent plusieurs lieues, sans trouver d'autres indices de la nature du terrain, que les pierres qui ont roulé sur le flanc des montagnes.

A *Joachimsthal* et à *Johanngeorgenstadt*, le micaschiste passe insensiblement au phyllade et au schiste ardoise. Celui-ci retient alors une grande portion de parties siliceuses, qui lui donnent une dureté et une finesse de grain remarquables. Il passe, à son tour, à l'amphibolite schistoïde, et au jaspe schistoïde. C'est un mélange de toutes ces substances, ou ce sont des roches mitoyennes entre elles qui constituent particulièrement les montagnes de *Joachimsthal*.

Enfin, à *Waltersdorff*, près *Scheibenberg*, on voit distinctement les trois roches, gneiss, micaschiste, et phyllade, alterner ensemble, à plusieurs reprises, dans un petit espace.

Il n'en est cependant pas ainsi par-tout, et la partie Nord-Est du système offre en général une succession régulière des trois roches. Ainsi, le gneiss s'étend depuis *Marienberg* et *Annaberg*, jusqu'à *Ehrenfriedersdorff* et *Geyer*. Là, le micaschiste le recouvre en gisement concordant, et occupe environ un lieu de largeur : puis, les phyllades et les schistes ardoises,

580 toises au-dessus de l'Elbe à *Wittenberg*. Le *Keilberg* est à peu près de la même hauteur. L'*Auersberg*, situé une lieue au N. E. de *Johanngeorgenstadt*, et qui est ensuite le point le plus élevé de l'Erzgebirge, a 492 toises de hauteur aussi au-dessus de *Wittenberg*.

superposés de la même manière au micaschiste, s'étendent de *Losnitz* et *Zwonitz*, jusqu'à *Hartenstein* et près de *Schneeberg*, où ils se joignent aux terrains de même nature, qui, dans cet endroit, recouvrent presque immédiatement le granite.

Le gneiss et le micaschiste de ce groupe, aussi variés que ceux du premier, contiennent, de même, en abondance, des grenats disséminés, fréquens sur-tout dans le micaschiste. Les phyllades présentent aussi les mêmes variations dans leur contexture, leur couleur, les substances étrangères qu'ils renferment, etc., que ceux de la partie orientale de l'Erzgebirge. Ceux des environs de *Schneeberg* sont, entre autres, souvent *satinés*, et offrent, sur la face de leurs feuilletés, de petites et nombreuses ondulations, qui les ont fait appeler *schistes gauffrés*.

J'ai déjà indiqué l'amphibolite schistoïde (*hornblendschieffer*) et le jaspe schistoïde (*kieselschieffer*), comme se trouvant en bancs subordonnés dans les roches qui nous occupent maintenant. On y remarque aussi :

Des bancs nombreux de diabase (*grünstein*), et de diabase schistoïde (*grünstein-schieffer*), dans les micaschistes et les phyllades des environs de *Schneeberg* et de *Hartenstein*.

Dans le gneiss, et sur-tout dans le micaschiste, une grande quantité de bancs de calcaire saccharoïde, à grains plus ou moins fins, se rapprochant quelquefois, par sa finesse extrême, de la cassure compacte. On remarque sur-tout les carrières de *Scheibenberg* et de *Crottendorf* pour la beauté du grain et celle de

Roches subordonnées aux gneiss, micaschistes et phyllades.

Amphibolite schistoïde et jaspe schistoïde.

Diabase et diabase schistoïde.

Calcaire.

la couleur, qui est tantôt d'une blancheur éclatante, tantôt d'une teinte rosée ou bleuâtre fort agréable. Souvent ces calcaires renferment des lits de mica, quelquefois aussi du quartz. A *Hahnrücken*, à un quart de lieue S. O. d'*Ehrenfriedersdorf*, des bancs de calcaire dans le micaschiste renferment eux-mêmes des bancs plus minces de quartz, contenant du mica et de l'amphibole; le tout, exploité par puits, est coupé par un filon de minerai de cuivre qui rejette un peu les bancs calcaires. Près de *Raschau*, à une lieue à l'Est de *Schwartzberg*, on exploite, à ciel ouvert, un banc très-épais de calcaire remarquable en ce qu'il est presque compact, traversé, dans tous les sens, par une multitude de fissures, et rempli de dendrites ferrugineuses.

D'autres gîtes de même nature existent entre *Grauln* et *Beyerfeld*, comme aussi au *Rabenberg*, à *Baerenloh* près *Wiesenthal*, à *Rothesehm*, à *Langefeld*, à *Schmalzgrube*, etc. Dans ce dernier endroit, le calcaire est aussi exploité par puits. Il renferme souvent beaucoup de mica ou d'amphibole, et constitue alors les roches nommées par M. Brongniart, *cipolin* et *hémitrène*. Il contient aussi du fer oxydé, qui est exploité avec la pierre calcaire, comme minerai de fer. Près de *Bermsgrün*, au lieu nommé *Hohelhahn*, est un banc calcaire qui contient de la galène en assez grande quantité, pour avoir été exploité comme mine de plomb. On y rencontre aussi des pyrites de fer et de cuivre. Un fait analogue se présente près de *Breitenbrunn*: dans ce dernier endroit, une partie du banc calcaire renferme en abondance

de la stéatite, du quartz hyalin, du quartz prase, de la blende, de la galène, des pyrites, et du fer oxydulé (1).

Je parlerai plus tard des calcaires de *Kalchgrün* et de *Wildenfels*, qui me semblent d'une formation bien postérieure à celle des gîtes encaissés dans le gneiss et le micaschiste.

Serpentines  
de Zœblitz  
sur le  
gneiss.

Il faut citer ici les ophiolites ou roches à base de serpentine, de *Zœblitz*, que quelques personnes croient disposées en bancs épais dans le gneiss, mais qui m'ont paru plutôt devoir être considérées comme lui étant superposées en gisement différent et transgressif. A la vérité, elles offrent, sur quelques points, une apparence de stratification parallèle à celle du gneiss qui, dans cette contrée, penche vers le Nord-Est; mais, d'autres fois, elles ont l'air de présenter une stratification différente, et le plus souvent, on ne peut y remarquer aucun indice de stratification. Cette masse serpentineuse est considérable; elle paraît s'étendre de *Zœblitz* à *Ansprung*, et même au-delà, sur une demi-lieue environ de longueur. Elle a plus de 60 pieds d'épaisseur, et est exploitée par de vastes et nombreuses carrières. La couleur de la serpentine y est très-variable: elle renferme, en assez grande abondance, du talc, de l'asbeste, des grenats communs, des pyropes, du fer oxydulé, et quelquefois du mica, des parties quartzeuses et feldspathiques.

Bancs de  
porphyre.

Un banc de beau porphyre rougeâtre ou brunâtre est encaissé dans les schistes de *Joachims-*

(1) Charpentier. *Mineralogische Geographie*, etc., pages 242 et 244.

*thal*. Un autre, à peu près semblable, se trouve dans le gneiss à *Platten*. Ce dernier est remarquable, en ce que, outre les cristaux de feldspath et de quartz, il renferme, en assez grande abondance, du mica passant au talc.

On remarque aussi, dans le micaschiste de ces contrées :

1°. Des bancs de grenats et d'amphibole actinote, à *Ehrenfriedersdorf*, à *Breitenbrunn*, à *Raschau*, à *Grünhayn*, etc. (les grenats sont quelquefois chargés de fer).

De grenats  
et d'acti-  
note.

2°. Un banc de stéatite jaunâtre, mêlé d'émeraude, dans la montagne d'*Ochsenkopf*.

De stéatite.

3°. Des bancs de fer oxydulé, près *Ehrenfriedersdorf*.

De fer oxy-  
dulé.

4°. Enfin de nombreux bancs de pyrite, contenant du cuivre pyriteux, du fer sulfuré, de la pyrite magnétique, de la pyrite arsénicale, et de la blende noire et rouge (1). Ces bancs sont exploités en un assez grand nombre d'endroits. Telles sont les mines *Gewerkehoffnung* près *Johanngeorgenstadt*; *St.-Christoph*, près *Breitenbrunn*; *Stammasser* et *Catharina*, près *Graun*; *Allerheiligen*, près *Raschau*. Les bancs pyriteux s'exploitent, en général, à 12 ou 15 toises, et rarement à 25 toises de profondeur. Ils sont très-irréguliers, et disparaissent quelquefois totalement, pour revenir

Bancs de  
pyrite ex-  
ploités.

(1) D'après Charpentier, ces bancs contiennent aussi, en abondance, du fer oxydulé, et quelquefois même du minerai d'étain, dont il dit qu'on a exploité des masses assez considérables, à la mine de *St.-Cristoph*, près *Breitenbrunn*.

avec une puissance qui varie de 6 pouces à 4 ou 5 pieds. Celui de *Gewerkehoffnung* contient quelques parties très-manganésifères.

A *Grauln*, il y a trois bancs de cette espèce. Le micaschiste qui les sépare, altéré probablement par le voisinage des pyrites en efflorescence, prend un aspect argiloïde et presque homogène. Les mineurs lui donnent alors, improprement, le nom de *vake*. Les gîtes exploités, très-irréguliers aussi dans leur puissance et leur richesse, ne contiennent souvent que cette prétendue *vake* qui paraît, au reste, faire un seul tout avec les trois bancs qu'elle sépare. On les exploite à la manière des couches de houille, à cause de leur peu d'inclinaison. Ils renferment en grande abondance, outre le fer sulfuré, du fer arsenical. Un d'entre eux renferme sur-tout une pyrite qui se vitriolise si facilement, qu'après l'avoir arrachée, on la laisse s'effleurir dans la mine même. On la lessive ensuite sur place, et on extrait au jour des eaux presque saturées de sulfate de fer. Il fait, dans cette exploitation, une chaleur extrême. Les pyrites des autres bancs sont extraites, et traitées dans différentes usines pour obtenir du soufre, des vitriols vert ou bleu, de l'arsenic noir ou blanc, du sulfure d'arsenic jaune ou rouge. Quelquefois ces bancs ont pour toit ou pour mur des bancs assez puissans de fer hydraté ou oxydé brun (*braun eisenstein*), qui contiennent aussi des pyrites, mais dont on peut cependant tirer parti dans les usines à fer. A *Raschau*, le mur est un banc de grenat très-ferrière, et d'amphibole actinote.

Les bancs de pyrites sont souvent traversés

par des filons de minerais d'argent, qui s'enrichissent quelquefois à leur rencontre.

Passant à l'examen des filons qui courent dans les gneiss, micaschistes, et phyllades du second système, nous remarquerons d'abord, que le gneiss de *Wiesenthal* est traversé par plusieurs filons de *vakite*, ou roche à base de *vake*, de diverses espèces, et dont quelquefois la pâte passe à une cornéenne qui paraît très-amphibolique.

Filons stériles.

Filons de *Vakite*.

Nous retrouverons souvent les *vakites* accompagnant ou traversant les filons métalliques que nous allons considérer; et leur abondance dans cette contrée me semble un fait digne d'attention.

Des filons d'améthyste ont été exploités dans le gneiss, à *Wiesenbad*, et auprès de *Wolckenstein*.

Filons d'améthyste.

Les filons métalliques sont très-multipliés, et donnent lieu, depuis long-temps, à un grand nombre d'exploitations de mines célèbres. On remarque principalement :

Filons métalliques.

1°. Les mines d'argent de *Marienberg*, de *Joachimsthal*, de *Johanngeorgenstadt*, et de *Raschau*;

2°. Les mines d'argent et de cobalt d'*Anna-berg* et de *Schneeberg*;

3°. Les mines d'étain de *Marienberg*, d'*Ehrenfriedersdorf*, de *Geyer*, de *Joachimsthal*, et de *Schlackenwald*.

Les filons de minerai d'argent de *Marienberg*, courent dans le gneiss. Le plus grand

Mines d'argent de *Marienberg*.

nombré est dirigé de l'Est à l'Ouest (*morgen- und flache gaenge*). Leur puissance varie de quelques pouces, à 3 ou 4 pieds; leur gangue principale est la baryte sulfatée, et une argile glaiseuse (*lette*). On y rencontre aussi du spath fluor, quelquefois d'un beau vert, mais peu de quartz et de calcaire. Ils contiennent des minerais d'argent de toute espèce, disposés seulement par places ou par nids. Quelques-uns de ces nids, très-riches et très-volumineux, ont été trouvés à peu de toises de profondeur. On y rencontre aussi des minerais de plomb, cuivre, fer, cobalt, arsenic, etc., mais en petite quantité. Les mines qui exploitent ces filons, autrefois nombreuses et florissantes, n'ont plus que très-peu d'activité. En 1808, huit exploitations occupoient 80 ouvriers et ne produisaient annuellement qu'environ 200 marcs d'argent.

Mines de  
Joachim-  
sthal.

Les filons de *Joachimsthal* courent dans le phyllade passant à l'amphibolite schistoïde, et au jaspe schistoïde. Ils sont en quantité presque innombrable, et coupent la roche dans tous les sens. Aussi, cette roche ne présente-t-elle, dans l'intérieur des mines, ni direction, ni inclinaison constantes; elle se montre même souvent parallèle aux filons métalliques. Ceux-ci se croisent souvent. On dit que le croisement à angle droit n'est nullement un indice d'accroissement de richesse; mais que les filons s'enrichissent ordinairement quand ils se réunissent à angle aigu, et marchent ensemble pendant quelque tems avant de se séparer. Ceux des filons qui sont dirigés à peu près de l'Est à l'Ouest, sont quelquefois accompagnés de fi-

lons de vakite de oute variété, se rapprochant tantôt des basaltes, tantôt de la serpentine, et renfermant, dit-on, des cristaux d'amphibole et de pyroxène. Les filons métalliques contiennent aussi souvent des fragmens de vakite avec d'autres fragmens de roches. Le vakite forme en outre, au milieu de la montagne, un *amas transversal* (*stehender stock*) très-remarquable, connu sous le nom de *butzenwacke*, qui coupe toutes les roches jusqu'à plus de 200 toises de profondeur. Sa puissance, près du jour, est de plus de 30 t., mais il s'amincit peu à peu, à mesure qu'il s'enfonce, et il paraît finir en forme de coin (*sich auskeilen*). Cet amas renferme des fragmens de roche de toute espèce, aiusi que des débris nombreux de corps organisés. On y a trouvé, entre autres, à 150 toises de profondeur, un grand tronc d'arbre bituminisé, avec les vestiges de son écorce, de ses branches, et de ses feuilles. Il a été enlevé peu à peu, et entier, pour les cabinets de minéralogie, et on en a vendu de nombreux échantillons, sous le nom de *sündfluthholz* (bois du déluge). On remarque encore, dans ces mines, un filon composé uniquement de stéatite et de calcaire; on y remarque aussi un filon entièrement rempli de fragmens roulés (*geschiebe*) de gneiss; enfin, M. Werner y cite une espèce de caverne naturelle, ou grande excavation intérieure, fermée de tout côté, qui a été rencontrée, à 250 toises de profondeur, au lieu de jonction de plusieurs filons. Cette excavation a 11 toises de long, 9 toises de large, et plus de 12 toises de haut. Elle a donné, lorsqu'on l'a percée, une énorme

quantité d'eau. Elle est aujourd'hui, en partie, remplie de blocs et fragmens de toute grosseur, qui se sont détachés de ses parois (1).

Les travaux d'exploitation de *Joachimsthal* vont à près de 300 toises de profondeur, et sont d'une immense étendue, eu égard aux embranchemens multipliés qu'ils présentent; mais la richesse de ces mines est presque entièrement anéantie: elles occupaient environ 300 ouvriers en 1808, et ne produisaient pas 400 marcs d'argent annuellement.

Mines de  
Johannegeorgenstadt.

Les montagnes à mines de *Johannegeorgenstadt* sont formées de micaschiste passant au phyllade. La formation des gîtes de minerais qu'elles renferment paraît avoir de nombreux rapports avec celle de *Joachimsthal*. Les filons, en général peu puissans, y sont également nombreux et dirigés dans tous les sens; leur allure est à peu près la même. Les principaux de ces filons étant des *spath*, c'est-à-dire, dirigés de l'O. N. O. à l'E. S. E., on présume même que ce pourrait être les mêmes que ceux de *Joachimsthal*. Ils sont, en général, composés presque entièrement de la roche même qui les encaisse, mêlée avec du quartz. On y rencontre rarement du spath calcaire. On remarque surtout cette disposition sur le plus puissant de tous, dit *maechtiger gang*, lequel, au premier abord, n'a nullement l'apparence d'un filon, mais ressemble à la réunion de plusieurs petits *filets* (*trümmer*) qui courent dans la roche de la montagne.

(1) *Neue Theorie von der Entstehung der Gaenge*, etc., §. 60.

Dans plusieurs mines, on est arrivé, en approfondissant les travaux, jusqu'au granite, et on a vu quelquefois que les filons y pénétraient, mais en s'amincissant beaucoup, et devenant stériles. Dans une exploitation, on s'est enfoncé jusqu'à 42 toises dans ce granite, espérant, d'après l'ancienne opinion des mineurs du pays, retrouver en dessous le micaschiste et le filon productif; mais on n'a rien retiré de ce travail, que la connaissance de la vérité, c'est-à-dire, la conviction que le granite constituait le noyau de la montagne (1).

Les mines de *Johannegeorgenstadt* ont produit, à ce qu'on assure, toutes les espèces de métaux anciennement connus, excepté le mercure; mais sur-tout une grande variété de minerais d'argent, parmi lesquels on remarque principalement l'argent muriaté, et l'argent natif en masses fibreuses, qui a été rencontré, en 1806, dans le *maechtiger gang*, formant des nids ou rognons assez volumineux. C'est la même année, et sur le même filon, qu'on a trouvé en abondance les beaux cristaux de plomb phosphaté arsénié qui ornent, depuis cette époque, toutes les collections. Enfin, il faut citer encore, parmi les produits remarquables de ces mines, l'urane oxydé bien cristallisé, et l'urane oxydulé (*pechblende*). Mais la richesse des exploitations de *Johannegeorgenstadt* est, depuis long-tems, bien diminuée, et, comme à *Joachimsthal*, elle est aujourd'hui

(1) Charpentier. *Mineralogische Geographie*, etc., page 255.

d'hui à peu près nulle. En 1808, les mineurs ne travaillaient que quinze jours par mois.

On remarque, dans les mines de *Johann-georgenstadt*, un très-grand filon de minerai de fer, appelé *grosse fäule*, qui coupe presque tous les filons d'argent. On y remarque aussi plusieurs filons formés d'une espèce de granite. Dans les uns, le granite est dur; dans d'autres, il est friable et en décomposition; tous coupent les filons de minerai d'argent qu'ils rencontrent (1), après s'être uni pendant quelque tems avec eux. Ainsi le granite de ces filons serait de formation plus nouvelle, même que celle des gîtes de minerai. M. Stroem insiste beaucoup sur ce fait, pour appuyer son opinion contre l'ancienneté du granite en général. Mais il me semble que la seule inspection du granite des filons de *Johanngeorgenstadt*, suffit pour convaincre qu'il est d'une tout autre nature, et appartient à une toute autre formation, que celui sur lequel repose le micaschiste dans lequel les filons sont encaissés. Et, quand il n'en serait pas ainsi, quand sa nature oryctognostique serait la même, je crois que ces filons parlent bien contre l'ancienneté du granite qui les remplit, mais nullement contre celle du granite situé au-dessous du micaschiste et du gneiss.

(1) Je lis, dans la Théorie de la formation des filons de M. Werner, §. 49, que les filons de granite de *Johanngeorgenstadt* sont traversés par les filons de minerai d'argent. Quelque déférence que j'aie pour les assertions d'un tel observateur, il m'est impossible de ne pas énoncer ici le fait opposé, lorsque je le trouve consigné dans les notes que j'ai prises sur place. Mais je suis très-disposé à croire que je me suis trompé, ou que, par distraction, j'aurai écrit, dans mes notes, le contraire de ce que j'aurai voulu exprimer.

Près de *Grauln* et de *Raschau*, on exploite aussi des filons de minerai d'argent dans le gneiss. Nous avons vu que ces filons, comme ceux de *Johanngeorgenstadt*, traversaient les bancs de pyrites en exploitation dans les mêmes montagnes.

Dans les environs de *Wiesenthal*, d'*Ehrenfriedersdorf*, de *Thum*, de *Zschoppau*, etc., on a exploité une grande quantité de mines d'argent, plomb et cuivre, dans le gneiss et le micaschiste; ces mines sont, pour la plupart, abandonnées depuis long-tems; quelques-unes cependant, donnent encore lieu à une exploitation faiblement poursuivie; je ne les ai point visitées. Les mines de *Zschoppau* sont connues par les beaux cristaux de plomb phosphaté vert, sur une gangue de baryte sulfatée, qu'elles fournissent aux cabinets de minéralogie.

Les filons d'argent et de cobalt d'*Annaberg* sont situées dans le gneiss. Leur puissance ordinaire est de moins d'un pied. Les filons riches sont en général dirigés du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est. D'autres filons, dirigés de l'Est à l'Ouest, les coupent, et des galeries, percées sur ceux-ci, mettent en communication les travaux des premiers. Tel est le cas que présente la mine de *Marcus Røhling*, située sur le *Schreckenber*, à un quart de lieue au Nord-Nord-Ouest d'*Annaberg*, et qui est l'exploitation la plus importante de cet arrondissement. L'un des filons de cette mine, le *Heinitzflache*, offre d'ailleurs un phénomène assez singulier. Il paraît s'être formé dans un grand filon de vakite existant antérieurement. Ce vakite est blanc, jaune, gris, ou presque

Autres filons de minerai d'argent.

Mines d'argent et cobalt d'Annaberg.

noir. Sa pâte est souvent d'un aspect peu homogène, et semble alors être le produit de la décomposition d'une roche dont les élémens ne pas reconnaissables. Il renferme, d'ailleurs, des lames assez grandes de mica, et constitue un filon bien caractérisé, dans lequel est encaissé le petit filon métallique, formé de quartz, argile, chaux fluatée, chaux carbonatée brunissante (*braunspath*), argent sulfuré, argent rouge, et cobalt arsénical. L'argent rouge de cette mine est transparent, et d'une teinte presque orangée. Les échantillons en sont, dit-on, presque impossibles à conserver, dans les collections: ils s'altèrent promptement, et altèrent même les morceaux avec lesquels on les met en contact.

La mine de *Marcus Ræhling* présente un autre fait aussi remarquable. Au milieu du gneiss qui constitue la montagne, et parallèlement à ses couches, sont des espèces de bancs de gneiss altéré, ayant une consistance presque argileuse, et paraissant renfermer beaucoup de parties charbonneuses. On nomme ces bancs *schwaebende*. Malgré leur disposition parallèle aux couches de la montagne, les mineurs les considèrent comme de véritables filons. En effet, ils s'imprègnent de minerais, à l'approche des filons métalliques; ceux-ci s'enrichissent alors ordinairement, et s'unissent à eux, pendant plusieurs toises, avant de les traverser. Cette union ne se reconnaît quelquefois qu'à la chaux carbonatée brunissante, que les *schwaebende* renferment dans ce cas, et qu'ils ne présentent jamais sans cela. Ces croisemens sont très-recherchés dans la mine de *Marcus Ræhling*,

eu égard à l'enrichissement presque certain qu'ils procurent aux filons métalliques.

Lors du creusement du puits principal de cette mine, une erreur de copiste fut cause que les deux parties du puits, percées de haut en bas et de bas en haut, au lieu de se rencontrer, se sont trouvées à 21 toises de distance horizontale l'une de l'autre. On les a réunies par une galerie inclinée, et la tonne, enlevée, depuis le fond de la mine, par la machine qui est à la surface, passe, au moyen de nombreux rouleaux adaptés aux angles, du puits inférieur dans la galerie, et de là dans le puits supérieur, sans accidens fréquens.

Au pied du *Pæhlberg*, montagne sur le flanc de laquelle la ville d'Annaberg est bâtie, on remarque la mine de cuivre de *Priccius*, dont le filon principal est formé de deux minces filets (*trümmer*) de quartz stériles, éloignés de plusieurs toises l'un de l'autre. L'espace intermédiaire est rempli par un gneiss imprégné de cuivre sulfuré et de cuivre pyriteux.

Les mines d'*Annaberg*, autrefois très-riches en argent, sont exploitées aujourd'hui sur-tout pour le cobalt. Elles occupaient, en 1808, 400 ouvriers, et produisaient annuellement 15 à 18 cents marcs d'argent, et mille à 12 cents quintaux de minerai de cobalt préparé.

Les mines de *Schneeberg* ont de même été, pendant long-tems, exploitées uniquement pour l'argent dont elles ont produit une très-grande quantité. C'est dans la ville même de *Schneeberg*, qu'est située l'entrée de la fameuse mine *St. Georges*, où l'on a trouvé, dit-on, il y a trois siècles, un bloc d'argent

Mines d'argent et cobalt de Schneeberg.

natif de 300 quintaux. Mais cette richesse a beaucoup diminué, et le hasard ayant fait découvrir l'utilité du cobalt, les exploitations de Schneeberg ont eu sur-tout, depuis lors, cette substance pour objet, et se sont portées principalement vers le Sud de la ville, où sont situés les beaux et nombreux filons de cobalt, lesquels contiennent aussi cependant des minerais d'argent.

Ces filons courent dans un micaschiste passant au phyllade, et renfermant des bancs nombreux de diabase schistoïde (*grünstein schieffer*), appelé par les mineurs du pays *klinger*. Cependant les filons pénètrent aussi, mais sans changer ici de nature, jusqu'au granite qui est situé à peu de profondeur sous le micaschiste; et dans la mine d'*Adam Heber*, par exemple, l'exploitation a lieu en partie dans le micaschiste, et en partie dans le granite.

La plus grande partie de ces filons se dirigent du Nord-Ouest au Sud-Est (*spath* et *flache gaenge*); leur puissance varie de quelques pouces à quelques pieds. La gangue générale est un quartz, passant souvent au silex corné (*Hornstein*) dont les échantillons bien caractérisés sont assez rares. Cette gangue renferme, outre les diverses espèces de minerais de cobalt et d'argent, beaucoup de bismuth natif, et rarement du bismuth sulfuré. On y trouve aussi du cuivre, du plomb et d'autres métaux, mais en petite quantité.

Le voisinage constant du granite et le passage répété que l'on fait du granite au micaschiste et réciproquement, quand on parcourt les travaux de ces mines, passage qui ne pro-

vient peut-être que de l'irrégularité de la surface du noyau granitique auquel le micaschiste est superposé, donne cependant l'idée d'une alternation entre les couches des deux roches, alternation qui peut bien exister en effet, et que l'on observe souvent à la jonction de deux terrains quelconque. Il faut remarquer cependant :

1°. Que le micaschiste renferme, en plusieurs endroits, des blocs de granite qui semblent jetés au milieu de ses couches (1);

2°. Qu'on peut voir, dans la galerie d'écoulement, un filon de micaschiste dans le granite.

D'ailleurs, l'observation en grand des rapports de position qui existent entre les deux terrains, et l'inclinaison constante du micaschiste vers le Nord, le Nord-Est ou le Nord-Ouest, ne permettent pas de douter qu'il ne s'appuie sur le granite, et que par conséquent cette dernière roche ne soit encore ici la plus ancienne.

Dans la vallée de *Schlemma*, près et à l'Est de *Schneeberg*, est situé le *rothe Camm*. On appelle ainsi l'affleurement d'un filon puissant de quartz et silex corné rouge, renfermant du minerai de fer, lequel a résisté à la destruction qu'ont subie peu à peu, depuis long-tems, les phyllades qui l'encaissent; de sorte qu'il s'avance maintenant seul, presque verticalement, au milieu de la vallée, sur une longueur et une hauteur de 12 à 15 toises.

(1) Charpentier dit que le fait contraire peut être également observé, et qu'on trouve aussi à Schneeberg des blocs de micaschiste dans le granite. Je n'en ai point vu.

Les mines de *Schneeberg* sont, en général, dans un état florissant. Elles sont remarquables par la beauté des muraillemens intérieurs qu'elles renferment en un grand nombre d'endroits. Elles ont de plus une célébrité particulière due à la défense qui est faite d'y laisser pénétrer aucun individu étranger à leur administration. On n'y entre jamais que par une espèce de fraude, et on croit toujours alors les voir incomplètement. Ayant obtenu, de S. M. le roi de Saxe, une autorisation officielle de les visiter dans tous leurs détails, ainsi que les usines royales où l'on fabrique le smalt, ce qui, à ce que m'ont assuré MM. les officiers des mines, n'avait jamais été accordé à aucun étranger, ni même à aucun saxon étranger à l'administration des mines, je puis certifier que je n'y ai rien vu qui motive le mystère dont on enveloppe les travaux des exploitation et les détails de fabrication; mystère qui avait sans doute pour but d'empêcher de voler des minerais et de deviner les procédés de l'usine, lorsque les mines et l'usine de *Schneeberg* étaient les seules de leur genre, mais qui n'a plus d'objet réel aujourd'hui que d'autres mines de cobalt et d'autres manufactures de smalt existent, non loin de *Schneeberg*, en Saxe et en Bohême, et qu'on ne prolonge encore, sans doute, que comme un ancien usage que l'on croit inutile de changer. Il n'y a de particulier aux établissemens de *Schneeberg*, que la beauté des minerais offerts ici par la nature. Il n'y a d'autre secret que l'habileté pratique des employés et ouvriers de l'usine, pour faire les mélanges les plus propres à

à donner telle ou telle nuance de bleu, habileté qui est le résultat naturel d'une longue habitude et d'une plus longue tradition.

Les mines de *Schneeberg* occupaient, en 1808, environ 900 ouvriers. Elles produisaient annuellement mille à onze cents marcs d'argent, 6 à 7 mille quintaux de minerai de cobalt préparé, et 25 à 30 quintaux de bismuth. Ce dernier métal serait facilement obtenu en bien plus grande quantité, si les besoins du commerce le demandaient.

Les usines (*Blaufarbenwercke*) fabriquent annuellement du *smalt* pour une valeur d'environ seize cent mille francs.

Les mines d'étain de *Marienberg* exploitent des filons qui courent dans le gneiss. Ces filons forment deux ensembles ou groupes, qui sont à peu près parallèles au groupe des filons d'argent situé près d'eux, et se dirigent de l'Ouest à l'Est (entre *Flache* et *Morgengänge*). Leur gangue est, en général, le quartz et l'argile glaiseuse (*lette*).

Mines d'étain de *Marienberg*.

Quelquefois un filon de minerai d'argent est accompagné de minerai d'étain imprégné dans le gneiss qui forme ses parois. Les filons d'étain sont eux-mêmes souvent moins riches que la roche qui les encaisse, et qu'il faut exploiter avec eux, jusqu'à deux ou trois pieds de distance de chaque salbande. Une grande quantité d'excavations anciennes, que l'on rencontre à la surface du sol, prouve d'ailleurs que l'on a exploité dans beaucoup d'endroits, à ciel ouvert et près du jour, le minerai mêlé avec le gneiss.

Le minerai est rarement en cristaux (*zinn-*  
*Volume* 38, n°. 227.

A a

*graupen*), quelquefois en petites masses (*derb*), et le plus souvent disséminé d'une manière invisible (*zwitter*), de sorte que la pesanteur de la roche fait seule reconnaître sa richesse. Quelquefois le minerai d'étain, intimement mélangé avec le quartz et l'argile, est disposé dans les filons, en zones d'une à deux lignes d'épaisseur, parallèles aux parois du filon, et alternant avec des zones semblables de quartz pur renfermant de petits cristaux d'étain, et d'une substance talqueuse; de sorte que l'ensemble a un aspect rubanné. On nomme aussi ces minerais, *bandzwitter*.

Ce que les exploitations présentent de plus remarquable, ce sont de nombreux filons de vakite porphyroïde, ou porphyre à base de vake, nommés par les mineurs *kalchgaenge*. La vake qui constitue la masse de ces filons varie beaucoup de consistance et de couleur. Elle semble passer quelquefois à l'*argilolite*; et la roche devient un *argilophyre* (*thon porphyr*). Exposée à l'air pendant quelque tems, elle subit souvent la même altération, et finit par se désaggréger et se déliter entièrement. Les filons de vakite sont tous *morgengaenge*; ils croisent les filons de minerai d'étain, et les traversent, après s'être souvent réunis pendant quelque tems avec eux.

Le mines d'étain font aujourd'hui la principale richesse du district de *Marienberg*. Elles occupaient, en 1808, 250 ouvriers, et fournissaient annuellement environ 300 quintaux d'étain, et quelques centaines de quintaux de pyrite arsenicale, qu'on envoie à l'usine à arsenic (*giftthütte*) de *Geyer*.

Les mines d'étain d'*Ehrenfriedersdorf* sont en filons, dans un gneiss passant au micaschiste; ces filons sont tous parallèles, et dirigés sur 5 ou 6 heures de la boussole, presque verticaux, ou inclinés d'environ 80 degrés vers le Sud. Ce ne sont ordinairement que des *filets* (*trümmer*) de quelques pouces d'épaisseur, formés de quartz, de fer arsenical, et de minerai d'étain souvent cristallisé. Tantôt l'étain oxydé pur remplit le milieu du filon, enveloppé des deux côtés par du quartz, tantôt le filon est presque entièrement rempli de fer arsenical, et près des salbandes sont des zones minces de quartz et de minerai d'étain. Dans ce dernier cas, le filon se détache facilement de la roche qui l'encaisse; dans le premier cas, au contraire, il y tient très-fortement. Le plus souvent, 5 ou 6, et jusqu'à 8 ou 9 de ces petits filons, sont situés à côté l'un de l'autre; leur ensemble forme une espèce de *filon composé*, nommé *zug* ou *riss*, que l'on exploite en entier, et dans lequel la roche intermédiaire aux *filets* fait corps avec eux (*angewachsen*), et est remplie d'étain disséminé, quoiqu'elle soit distinctement formée de couches dirigées et inclinées comme les couches de la montagne. Cette circonstance concourt, avec celles que nous venons de remarquer à *Marienberg*, pour faire croire que la formation des filons d'étain a été à peu près contemporaine à celle de la roche dans laquelle ils sont encaissés.

De petits filons, en général stériles, et remplis d'une argile ochreuse, coupent les *züge* d'étain, et les rejettent souvent de plusieurs pieds. Ces filons sont appelés filons d'argent

(*silbergaenge*) par les mineurs, parce qu'on y a quelquefois rencontré et exploité du minerai d'argent, sur-tout aux endroits où ils traversent les filons d'étain. Ceux-ci renferment presque toujours beaucoup de pyrite arsenicale, qui est en partie exploitée pour être traitée dans les usines (*giftthütte*). Ils contiennent aussi de la chaux fluatée, de la chaux phosphatée (*apatit*), des topazes blanches dont quelques-unes sont colorées en bleu à leur surface, des tourmalines, de la stéatite, de l'argile lithomage, etc.

Les *züge* ou filons composés sont, à leur tour, réunis en groupes : on exploite, aux environs d'*Ehrenfriedersdorf*, trois de ces groupes. Toutes ces exploitations sont peu considérables, et peu profondes : on les commence toujours à ciel ouvert, puis, au bout de quelque tems, on creuse un puits, et on exploite par gradins (*strossenbau*). A la mine de *Leymgrube*, que j'ai visitée, on voyait distinctement, sur les gradins, les cinq filons qui forment le *zug* ou *riss*. Ces *züge* étant souvent assez puissans, on est obligé alors de boiser les excavations des gradins, de la manière que j'ai indiquée à l'occasion des mines de fer de *Rodenberg*. Ces boisages sont exécutés avec beaucoup de soin et de régularité.

Mines d'étain de Geyer.

Les mines de *Geyer* sont remarquables par le mode de gisement des minerais d'étain. Une masse de granite, fort considérable, y est encaissée dans le gneiss, lequel, tout autour de cette masse, a une inclinaison uniforme vers le Nord-Ouest. Dans ce granite, le mica est en général fort peu abondant, et quelquefois il est changé en talc. Souvent aussi, la propor-

tion du quartz diminue beaucoup, et les grains du feldspath deviennent très-fin. Le granite passe ainsi au *protogine*, au *pegmatite*, et à l'*eurite*. Dans ce dernier cas, la roche semble souvent, au premier aspect, contenir des fragmens de gneiss, dont quelques-uns se détachent d'une manière fort tranchée dans la masse grenue; d'autres, cependant, paraissent presque se fondre dans cette masse, et il semble impossible qu'ils y aient été amenés postérieurement à leur formation. L'examen attentif de la roche porte à croire, que le tout a été formé en même tems, et que ces prétendus fragmens de gneiss ne sont autre chose que des parties dans lesquelles, lors de la cristallisation générale, s'est rassemblé, en grande abondance, le mica dont le reste de la roche est presque dépourvu.

Quoi qu'il en soit, ce granite paraît présenter, dans le gneiss qui l'encaisse, le mode de gisement que j'ai désigné sous le nom d'*amas transversal* (*stehender stock*). Il contient, dans toute sa masse, du minerai d'étain disséminé en plus ou moins grande quantité; mais il est, en outre, traversé par une grande quantité de *filets* (*trümmer*), ou filons très-minces de ce métal, tous dirigés sur 4 ou 5 heures, et qui forment des *züge* ou *filons composés*, comme ceux d'*Ehrenfriedersdorf*. Ces filons se prolongent, vers l'Ouest, hors de la masse granitique, et on les retrouve, sur la ligne de leur direction, de l'autre côté de la vallée de *Geyer*, courant dans le gneiss qui a aussi conservé la même allure que celle qu'il présente autour du granite.

On exploite, ou on peut exploiter la masse granitique à peu près entière; mais les parties

qui approchent et renferment les petits filons sont, de beaucoup, les plus avantageuses. Ces exploitations sont très-anciennes. Les travaux y ont été conduits par grandes chambres, et au moyen du feu, mais sans aucun ordre : aussi il s'y est fait des éboulemens nombreux qui ont produit un jour une excavation (*pinge*) d'environ cent toises de diamètre, et de 20 toises de profondeur. Au milieu de cette excavation, s'élève un grand pilier de granite, resté intact à cause de son peu de richesse.

En 1808, les derniers éboulemens avaient interrompu presque entièrement les travaux. Le roi de Saxe venait de prendre toutes les mines à son compte, et allait, pour les remettre en état, commencer des travaux réguliers dans le gneiss qui enveloppe l'amas granitique ; au lieu que, jusqu'alors, tous les puits avaient été creusés dans cet amas même ; ce qui les exposait à des éboulemens fréquens.

Hors de l'amas, et sur les filons, les travaux ont lieu, comme à *Ehrenfriedersdorf*, d'abord à ciel ouvert, puis par puits.

Filons de granite dans le gneiss.

A une demi-lieue au Nord-Ouest de *Geyer*, on remarque, dit-on, dans le gneiss, des filons de quelques pouces de puissance, formés d'un granite de la même nature que celui de l'amas stannifère. Ces filons ont une direction parallèle à celle des filons d'étain, et forment, comme eux des *züge* ou *filons composés*. Ils renferment sans doute du minerai d'étain ; mais, nouvellement découverts en 1808, on n'y avait pas encore fait de tentative d'exploitation.

C'est ici le lieu de dire un mot du *Greiffenstein*, plateau situé à une lieue au Nord de *Geyer*, au sommet de la montagne dite *Freywald-gebürge*, dans laquelle on exploite des mines d'étain en filons, semblables à celles d'*Ehrenfriedersdorf*. Cette montagne est formée de micaschiste penchant au Nord-Ouest, comme celui de toute la contrée. Sur son sommet s'élèvent plusieurs grands rochers d'un granite à grain moyen, formé de feldspath, quartz, et mica bien caractérisés, et qui renferme des fragmens, et même des blocs assez volumineux de gneiss. Il ne paraît pas permis de douter, pour cette fois, que ce ne soient de véritables fragmens enveloppés par la roche granitique. Leur volume permet de bien reconnaître leur structure et la direction de leurs feuilletés. Plusieurs même sont traversés par de petits filons quartzeux : l'on peut remarquer aussi, que chacun de ces blocs ou fragmens est enveloppé, dans sa jonction avec le granite, par une petite zone quartzeuse, d'une nature analogue à celle des filons qui les traversent. Le granite du *Greiffenstein* est donc évidemment de formation postérieure au gneiss et au micaschiste sur lequel d'ailleurs il paraît reposer ; mais on ne le connaît qu'en ce point, et seulement par les roches que le sommet de la montagne présente. Ce granite renferme, par places, des parcelles et de petits cristaux de minerai d'étain.

Granite du Greiffenstein.

On exploite, en Bohême, des mines d'étain près de *Joachimsthal* ; on les dit en filons dans le gneiss.

Mines d'étain de Joachimsthal.

De Schlackenwald.

On en exploite aussi à *Schlackenwald* et à *Schoenefeld*. Elles sont dans le gneiss qui, près de là, s'appuie sur le granite. Ce gneiss passe au micaschiste, et même à une roche presque entièrement composée de mica. Il renferme des *amas* que je n'ai pas examinés avec assez de détail, pour essayer de déterminer la classe à laquelle on doit les rapporter. On les désigne, dans le pays, sous le nom de *stockwercke* (amas entrelacés); mais ils pourraient bien appartenir aux *amas transversaux* (*stehende stöcke*). Ils sont formés, tantôt d'une roche quartzreuse assez semblable à celle du *stockwerck d'Altenberg*, tantôt d'une espèce de granite se rapprochant de celui de *Geyer*. Cette roche contient du minerai d'étain, du fer arsenical, et des minerais de cuivre. Les amas et le gneiss qui les enveloppe sont traversés par des filons d'étain qui renferment de la chaux phosphatée, du sel marin calcaire, etc.

Comme toutes les mines d'étain de Saxe et de Bohême, celles de *Schlackenwald*, ont éprouvé des éboulemens et des affaissemens très-considérables, qui ont produit, à l'extérieur, de vastes excavations (*pinge*), et, à l'intérieur, des inondations à l'épuisement desquelles on travaillait, en 1808, depuis plusieurs années. On y exploite encore aujourd'hui, en partie par chambres, et en partie par la méthode d'éboulement. On y remarque un baritel à eau d'une grandeur extraordinaire, et une machine à colonne d'eau, la seule qui soit aujourd'hui en activité, dans tout le nord de l'Allemagne.

Les mines de Schlackenwald occupent 500

ouvriers, et produisent environ 900 quintaux d'étain annuellement (1).

On exploite, près de *Geyer*, des mines de fer en filons dans le gneiss. Elles sont peu importantes. Le minerai est du fer oxydé rouge et brun.

Il faut aussi faire mention des recherches entreprises anciennement près de *Hartenstein*, dans le phyllade, recherches dans lesquelles on a rencontré des parcelles de cinabre sur une gangue de quartz et de steaschiste ou schiste talqueux. Les ouvertures de ces travaux sont éboulées depuis long-tems, et on ignore aujourd'hui si le cinabre était en filons ou en bancs : dans l'un et l'autre cas, ce gisement contraste, d'une manière assez frappante, par l'ancienneté du terrain, avec ceux qu'affecte ordinairement le minerai de mercure; mais il n'est intéressant que sous ce point de vue, et pour le minéralogiste seulement; car la recherche de *Hartenstein* n'a pu donner lieu à aucune exploitation.

Enfin, je citerai les eaux thermales de *Wolckenstein*, qui paraissent sortir du gneiss. Elles ont un faible degré de chaleur, et on y a établi des bains peu fréquentés (2).

(1) La production totale de l'étain est environ, en Bohême, de 2000 quintaux, et en Saxe, de 3500 q., annuellement.

(2) On peut remarquer, au sujet des trois localités d'eaux thermales, citées dans le cours de ce Mémoire, que les sources de *Carlsbad* sortent, en totalité ou en grande partie, d'un filon de silex corné qui traverse le granite, et que les deux sources de *Heydelberg* et de *Wolckenstein*, sortent de montagnes de gneiss, dans lesquelles on a exploité des filons d'améthyste. (v. pag. 285 et 357). Il serait intéressant d'observer, d'une manière plus précise, leur position par rapport à ces filons.

Mines de fer de Geyer.

Indice de mercure de Hartenstein.

Eaux thermales de Wolckenstein.

Le Voigtland.

Je n'ai pas parcouru le *Voigtland*, qui est contigu, vers le Sud-Ouest, avec l'Erzgebirge et le système de roches que nous considérons. Il paraît qu'une petite partie du sol de ce pays est formé par la continuation du terrain granitique d'*Eybenstock*, que le reste est de micaschiste, et sur-tout de phyllade. On y remarque quelques mines d'étain et de fer, dans le granite et le micaschiste; la recherche des paillettes d'or, qui a lieu dans le ruisseau de *Goltzsch*, près d'*Auerbach* et de *Langefeld*; les mines d'alun des environs de *Reichenbach* dans le phyllade; enfin, et sur-tout, la roche de topaze du *Schneckenstein*, qui, d'après ce que j'en ai lu, me paraît former un *amas transversal* (*stehender stock*) dans le micaschiste.

Gris rouge au Nord du système.

Vers l'Est, les gneiss de notre second système sont contigus aux gneiss du premier. Ce n'est que vers le Nord du second groupe, que les roches qui le constituent sont recouvertes de terrains moins anciens. Il paraît que, sur presque toute la limite qui le sépare du troisième groupe, le passage est très-brusque, et que les psammites rougeâtres, et poudingues psammitiques, ou *grès rouges*, à très-gros fragmens (*conglomerat*), recouvrent immédiatement les phyllades primitifs. Mais, vers le Nord-Ouest, en allant de *Schneeberg* à *Zwickau*, et ne s'éloignant pas beaucoup des bords de la Mulde, on peut suivre une succession de roches plus intéressante, et observer des *terrains de transition* (*übergangs gebirge*).

Terrains de transition au Nord-Ouest. Calcaire, psammites et schistes.

A *Kalchgrün* et à *Wildenfels*, on remarque des bancs de calcaire exploités. Ce n'est plus ici une chaux carbonatée saccharoïde, c'est une

*chaux carbonatée marbre* (minéralogie de M. Brongniart, tome I, page 195). Elle se présente sous deux aspects différens. Dans plusieurs bancs, le calcaire est compact, à grain fin et serré, et veiné de feuilletts ondulés de schiste plus ou moins talqueux. Cette roche, analogue au *marbre campan*, et au calcaire qui se rencontre au Hartz, en bancs subordonnés aux couches de *grauwacke*, se rapporte à l'*ophicalce réticulé* (Journal des Mines de France, n<sup>o</sup>. 199, page 38). La couleur de sa pâte varie du gris au rougeâtre. Sa stratification est très-prononcée, et les bancs sont composés de lits assez minces et parallèles entre eux. D'autres bancs, très-épais, sont noirs ou d'un brun rougeâtre, à cassure en partie spathique, et renfermant des débris reconnaissables de coraux et autres dépouilles de corps organisés dont cette espèce de marbre paraît avoir été formée. Ceux-ci n'ont pas de stratification marquée: ils sont traversés par une grande quantité de veines spathiques; ils renferment aussi des fentes et des cavités tapissées de cristaux calcaires, et remplies d'une argile ochreuse; ils ont beaucoup de rapport avec les marbres du nord de la France, et avec ceux qui, au Hartz, se trouvent au-dessous des psammites de transition (*grauwacke*).

Les premiers ne présentent aucun vestige d'êtres organisés, et paraissent d'ailleurs reposer immédiatement sur le schiste primitif, en *gisement concordant* (*gleichformige Lagerung*): c'est pourquoi quelques minéralogistes allemands les regardent encore comme primitifs; mais, en étudiant cette contrée avec

soin ; j'ai reconnu que les deux marbres alternaient véritablement entre eux, que celui qui d'abord s'appuyait immédiatement sur le schiste, et servait de mur au second, se retrouvait ensuite au-dessus de celui-ci. Je crois, en conséquence, qu'on doit les considérer comme de formation contemporaine. Les bancs inférieurs de ces deux calcaires reposent immédiatement l'un sur l'autre; ensuite ils alternent avec des bancs de psammite quartzeux (*grauwacke*) de psammite schistoïde (*schief-frige grauwacke*), de schiste argileux (*grauwackenschieffer*), et d'une diabase schistoïde (*schieffriger grünstein*), qui paraît quelquefois se rapprocher de la nature de la *vake*. Le tout est superposé, en *gisement concordant*, aux phyllades primitifs, et penche, comme ceux-ci, vers le Nord.

Diabase.

Le psammite renferme des fragmens du calcaire.

J'ai observé que le psammite à gros grain et le schiste psammitique, qui alternent avec le calcaire, contiennent en plusieurs endroits, beaucoup de fragmens du calcaire noir. Ce fait singulier est sur-tout remarquable dans une carrière située sur la droite de la vallée de *Wildenfels*, et dans laquelle on a percé une galerie pour l'écoulement des eaux; cette galerie traverse plusieurs couches de psammite, qui s'enfoncent sous le calcaire noir, et qui cependant contiennent, en grande quantité, des fragmens de ce calcaire qui les recouvre. Il me semble difficile d'expliquer cette circonstance, dont je puis seulement affirmer la réalité (1).

(1). Je rappellerai ici que j'ai fait une observation analogue, au sujet des phyllades des bords de la *Müglitz*

Peu au Nord de *Wildenfels*, on arrive au *grès rouge* à gros fragmens, déjà mentionné; en allant, au contraire, vers l'Ouest, et descendant la vallée de *Wildenfels*, on observe constamment un psammite plus ou moins schistoïde, alternant avec un schiste argileux, et renfermant quelques bancs de *diabase* et de *calcaire marbre*. Le schiste argileux et la diabase constituent aussi le sol de la vallée de la Mulde, sur les bords de laquelle l'inclinaison générale devient *Nord-Ouest*. Au-delà de *Nieder-Hasel*, on y remarque des rochers de quartz grenu schistoïde.

En approchant de *Zwickau*, le sol change tout-à-fait de nature: il devient formé, 1°. de variolite (*mandelstein*) à pâte de cornéenne verdâtre, laquelle paraît superposée aux psammites et aux schistes qu'on vient de traverser; et 2°. de terrain houiller, dont les relations de gisement avec la variolite ne sont pas bien déterminées. Ce terrain s'étend sur les deux rives de la Mulde, mais sur-tout sur la rive gauche, où sont situées les mines de houille de *Planitz*. On y exploite deux couches de houille, puissantes chacune de 8 à 10 pieds, et inclinées vers le Nord-Ouest, ainsi que le terrain schisteux et psammitique qui les renferme. On voit que tout ce terrain houiller *concorde*, par la disposition de son gisement, au gisement des

Variolite;

Terrain houiller de Planitz.

(voy. pag. 303). J'ai regardé alors comme un filon, et ce me semble, avec beaucoup d'apparence de raison, le gîte qui m'a offert de nombreux fragmens des roches dans lesquelles il est encaissé; mais ici, est-il possible de considérer comme *filons* les nombreuses et puissantes couches de psammites qui nous présentent le même phénomène?

terrains de transition, de même que ceux-ci sont appuyés en *superposition concordante* sur les terrains primitifs. Cette remarque me paraît de quelque importance.

Les couches du terrain houiller renferment, dit-on, en assez grande abondance, des fragmens roulés d'agathes qui contiennent souvent des pyrites.

Dans deux endroits de ce bassin, les couches de houille sont en combustion depuis plusieurs siècles. On y remarque les divers phénomènes que cette circonstance produit par-tout où elle se rencontre.

Rétinite.

On trouve, aux environs de Planitz, une rétinite (*pechstein*) qui renferme des fragmens roulés de porphyre, et qui contient aussi une substance noire ou brune, fibreuse, d'apparence soyeuse et charbonneuse, que l'on a longtemps regardée comme un charbon de bois fosile (*mineralische holzkohle*), et sur la nature de laquelle on est aujourd'hui incertain.

Grès rouge.

A *Zwickau* et au delà, on ne rencontre plus que les psammites rouges, pséphites, et poudingues psammitiques (*rothliegende et conglomerat*), sur lesquels je reviendrai, après avoir parlé du troisième groupe ou système de gisement.

(*La Suite au Numéro prochain.*)

*Sur les substances minérales, dites en masse, qui servent de base aux roches volcaniques;*

Par M. L. CORDIER.

Extrait par M. BRONGNIART.

BEAUCOUP de roches, d'apparence homogène, et principalement les roches volcaniques, sont le résultat de la réunion de plusieurs espèces minéralogiques, dont les parties sont trop fines pour être visibles. L'observation des caractères extérieurs, et des propriétés physiques, et l'analyse chimique, qui sont les moyens mis en usage, jusqu'à présent pour déterminer la nature de ces roches, peuvent bien faire connaître les propriétés et la composition résultant de la réunion de ces espèces; mais ces moyens n'apprennent rien de positif, ni sur la nature, ni sur la proportion des espèces minéralogiques qui composent ces roches. M. Cordier a pris une autre route pour arriver à la connaissance de leur véritable composition. Il a cherché à isoler mécaniquement les espèces minéralogiques qui, par leur agrégation, forment ces roches, pour en connaître le nombre, la nature, et les proportions.

Les principaux moyens mis en usage par l'auteur, consistent :

1°. A réduire en poudre, plutôt par pression que par trituration, les roches solides, de manière à avoir des parties dont la ténuité varie entre  $\frac{1}{10}$  et  $\frac{1}{100}$  de millimètre;

2°. A séparer, par un lavage convenable, les parties de ces poudres, qui diffèrent par leur densité ;

3°. A examiner les parties isolées au microscope pour en distinguer la forme, et pour reconnaître l'aspect de leur cassure ;

4°. A les essayer par l'action des acides, par celle de l'aiguille aimantée, par celle du chalumeau, évaluée suivant la méthode de Saussure ; et, enfin, par tous les moyens propres à aider dans la détermination de leur nature ;

5°. A faire subir à des minéraux cristallisés purs, et par conséquent bien déterminés et choisis parmi ceux qu'on trouve le plus communément dans les terrains volcaniques, tels que le pyroxène, le feldspath, le péridot, le fer titané, etc., la même trituration, afin de comparer, sous tous les rapports, les parties de leur poudre avec celles des poudres qui résultent de la trituration des masses dont la composition est à déterminer.

Cet examen comparatif lui a permis d'établir quelques caractères généraux pour reconnaître assez facilement plusieurs espèces dans cet état de ténuité. Ces caractères vont ressortir par l'application que l'auteur en a faite à la détermination des différentes roches volcaniques.

M. Cordier examine, par cette nouvelle méthode, toutes les roches qui font partie des terrains volcaniques, et sur-tout de ceux auxquels beaucoup de géologues refusent encore l'origine ignée.

Il commence par les *laves lithoïdes*, et les prend dans les terrains volcaniques les plus différens, c'est-à-dire, dans les volcans brûlans, dans

dans les volcans éteints, et dans les terrains volcaniques, dont l'origine est plus ou moins contestée. Dans chacun de ces terrains, il a toujours égard à l'âge relatif de la roche qu'il étudie.

Il résulte de cette première considération, 1°. que tous ces terrains renferment des roches de même sorte, et qu'ils ne diffèrent souvent que par la roche dominante ; 2°. que chaque sorte de roche, quel que soit le terrain volcanique d'où elle provient, est composée de la même manière, ou à de très-légères différences près ; 3°. que toutes ces roches sont composées de grains différens très-distincts à structure cristalline, et diversement entrelacés ; en sorte qu'on peut considérer ces laves lithoïdes comme des granites à parties microscopiques.

Il existe quelquefois entre les grains de vacuoles, qui ne paraissent cependant pas occuper plus du soixantième du volume de la roche. Ces vacuoles sont plus communs dans quelques laves modernes que dans les laves anciennes.

On distingue, au premier aspect, dans les laves lithoïdes, cinq sortes de grains. — Des grains *blancs* ou légèrement jaunâtres, plus ou moins transparens. — Des grains *vert-bouteille*, plus ou moins foncés, quelquefois translucides. — Des grains *noirs* parfaitement opaques. — Des grains d'un *brun clair*, faiblement translucides. — Des grains très-fins, d'un *brun-rougeâtre* ; ces grains peuvent se subdiviser encore en plusieurs sortes par l'observation de leurs propriétés physiques et chimiques. Nous allons examiner successivement la nature et les

propriétés de ces grains, et les caractères qu'ils impriment aux laves dans lesquelles ils sont en quantité dominante.

Les *grains blancs* appartiennent à trois espèces distinctes de minéraux; les uns, et ce sont les plus communs, se fondent en émail blanc, et appartiennent au *feldspath*; les autres sont très-difficiles à fondre, ils se colorent en noir par le feu; ils peuvent être rapportés au *péridot*; les troisièmes sont absolument infusibles, mais ils conservent leur couleur au feu: ce sont des grains d'*amphigène*.

Les *grains feldspathiques*, suivant leur prédominance, communiquent aux laves lithoïdes des caractères différens.

Celles qui n'en renferment que de 0,45 à 0,55, fondent en émail noir. Les bords minces des éclats de ces laves sont vert-bouteille foncé. Tels sont les *basaltes noirs*, ou d'un noir grisâtre.

Celles qui en contiennent de 0,55 à 0,70, fondent en un verre de couleur vert-bouteille. Ce sont les *basaltes noirâtres*, verdâtres, et gris-cendré.

Les laves lithoïdes qui en renferment 0,90, fondent en verre blanc: telles sont les *laves pétrosiliceuses*, les *phonolites* (Klingstein), les *domites*.

Les *grains jaunâtres* ou *verdâtres*, ou d'un vert noirâtre, appartiennent, ou au *pyroxène*, ou à l'*amphibole*. L'auteur convient qu'il est quelquefois difficile de les distinguer, et donne, pour les reconnaître, les caractères suivans:

Les *grains pyroxéniques* sont arrondis et irréguliers; ils offrent une cassure vitreuse, ra-

boteuse; néanmoins ils sont assez éclatans, leur couleur est le vert-bouteille, le vert-jaunâtre, et le vert-noirâtre. Ils sont moins fusibles que le *feldspath*, et donne un verre de couleur vert-jaunâtre ou vert-bouteille, et ils deviennent très-fusibles par le contact du *feldspath*.

Les *grains amphiboliques* sont alongés, et tendent à la forme prismatique, ils offrent des indices de lames, et n'ont d'éclat vif que dans le sens des lames; ils sont bruns ou verts-noirâtres. Ils fondent avant le *feldspath*, et donnent un émail brun ou vert-noirâtre.

Le *maximum* de proportion des grains pyroxéniques est de 0,45 dans les laves lithoïdes, et ces laves fondent en noir; on ne les trouve que pour 0,01 dans celles qui fondent en verre blanc.

Les *grains noirs opaques* appartiennent, soit au *fer titané*, qui ne renferme que 0,05 de titane, soit au *titane ménakanite* qui renferme parties égales de titane et de fer, soit au *fer oligiste*.

Les *grains de fer titané* ont un éclat métallique vif, une cassure conchoïde parfaite; ils sont attirables à l'aimant.

Le *maximum* de proportion dans les laves lithoïdes qui fondent en noir est 0,15.

Les *grains de titane ménakanite* sont en proportion beaucoup plus faibles; ils sont d'un noir persistant, très-difficiles à fondre, et ne sont pas enlevés par le barreau aimanté.

Enfin, les *grains de fer oligiste* se reconnaissent à la poussière rouge qu'ils donnent par la trituration; ils sont très-rare dans les laves. L'examen que M. Cordier a fait d'un grand

nombre de laves lithoïdes, lui a appris qu'il n'y avait, dans ces roches, que deux des substances précédentes qui y dominassent; savoir: le *feldspath* et le *pyroxène*. Toutes les autres y sont toujours en proportion très-subordonnée; ainsi l'amphibole qui avait été admis sans examen dans la plupart des roches volcaniques s'y trouve au contraire très-rarement, et sa présence s'y manifeste par les circonstances suivantes:

On ne le voit guère que dans les laves à pâte feldspathique, et il y est indiqué par des cristaux amphiboliques disséminés très-apparens.

Ces considérations amènent l'auteur à déterminer la nature des *basaltes*, et à rectifier l'erreur commise à cet égard par presque tous les naturalistes.

Si les *basaltes* étaient, comme on l'a cru, une roche d'apparence homogène, composée d'un mélange invisible, de feldspath et d'amphibole, les grains de leur pâte présenteraient les caractères attribués à ceux de l'amphibole, et on y verrait quelquefois des cristaux d'amphibole disséminés. Mais on observe, au contraire, que ces grains offrent tous les caractères attribués à ceux du pyroxène; et, quand il y a des cristaux apparens dans le basalte, ce sont toujours des pyroxènes. A ces observations se joignent les résultats des analyses chimiques qui donnent à peu près la somme des principes terreux et métalliques qu'on doit attendre de la composition des espèces minérales qui entrent dans le basalte, et de la proportion de ces espèces entre elles. Enfin, le passage qu'on remarque sur le mont Meisner en Hesse, entre le basalte de cette montagne et la roche, composée

de cristaux très-distincts de feldspath et de pyroxène, qui le recouvre de plusieurs points, confirme le résultat de M. Cordier, en faisant voir, pour ainsi dire, et d'une manière très-distincte, les parties constitutives du basalte.

D'après les observations précédentes, M. Cordier croit pouvoir diviser en deux sortes les roches volcaniques à pâte lithoïde. Il réunit, sous le nom de *LEUCOSTINE*, les laves lithoïdes qui, fondant en verre blanc, quelquefois piqueté de noir ou de vert, appartiennent au *feldspath* compacte. Elles renferment une petite quantité de fer titané, de pyroxène, d'amphibole, de mica d'amphigène (1); et sous celui de *BASALTE*, les laves lithoïdes qui donnent un émail noir ou un verre de couleur verte foncée. Elles appartiennent au *pyroxène* compacte, et contiennent de petites quantités de feldspath, de fer titané, et quelquefois de péridot, d'amphigène, et de fer oligiste (2).

M. Cordier cherche ensuite à faire voir que les considérations minéralogiques précédentes peuvent être très-utilement employées pour distinguer les *pétrosilex*, les *trapps*, et les *cornéennes* qui appartiennent aux terrains primitifs, ou de transition, des roches qui leur ressemblent, et qui font partie de terrains

(1) Ce sont les *laves pétrosiliceuses* de Dolomieu, le *feldspath compacte sonore* de M. Haüy, le *domite* et la *lave à base de hornstein* de Karsten, le *klingsstein* de M. Werner.

(2) Cesont les *laves ferrugineuses* de Dolomieu, les *laves basaltiques uniformes* de M. Haüy, le *basalte trappéen*, et la *lave* proprement dite de M. Werner.

considérés comme d'origine volcanique par beaucoup de minéralogistes.

1°. Les roches des terrains primitifs et de transition se lient presque toujours par leur mode de stratification, et par les cristaux disséminés qu'elles renferment, avec les roches accompagnantes; tandis que les roches volcaniques lithoïdes n'ont ordinairement aucun rapport de stratification et de composition avec les terrains accompagnant.

2°. Dans les roches volcaniques on trouve des cristaux disséminés de péridot, de pyroxène, d'amphigène, de fer titané, et on n'y voit jamais ni diallage, ni talc, ni chlorite, ni fer oxidulé, ni fer sulfuré, ni quartz; l'inverse s'observe au contraire dans les roches non volcanique.

3°. Le troisième caractère distinctif, celui qui a été l'objet principal des recherches de M. Cordier, se tire du tissu intime et de la composition mécaniques.

Les roches d'origine volcanique, qui par leur apparence lithoïde peuvent se confondre avec les roches primitives ou de transition ou d'origine aqueuse, examinées au microscope, présentent un tissu grossier composé de petits cristaux ou grains entrelacés, mêlés de vacuoles, et offrent tous les caractères d'une masse résultant de la cristallisation confuse de minéraux de diverses espèces.

Les pétrosilex, les trapps et les cornéennes n'offrent rien de semblable; ils montrent au microscope un tissu uniforme sans vacuoles, dont la poussière est composée de grains si

fins qu'on ne distingue aucune diversité dans ces élémens, et qu'on ne peut isoler aucun d'entre eux pour les examiner séparément. Cependant on voit assez ordinairement, dans les trapps et dans les cornéennes, des grains noirs qui, recueillis quoiqu'avec peine tant ils sont petits et rares, ont été reconnus par M. Cordier pour appartenir soit au fer oxidulé, soit au fer sulfuré, minéraux métalliques qui se présentent souvent disséminés en grains ou cristaux très-apparens dans ces roches. M. Cordier a cherché en vain le fer titané dans ces mêmes roches.

Il résulte de ce qui vient d'être rapporté, 1°. que les laves lithoïdes dont l'origine est contestée, sont extrêmement semblables, par leur structure et leur composition mécanique, aux laves lithoïdes modernes.

2°. Que ces roches diffèrent par ces mêmes caractères des roches primitives et secondaires auxquelles on a voulu les assimiler par la nature et par l'origine.

M. Cordier a examiné d'après les mêmes principes les scories et les verres volcaniques.

Parmi les scories, les unes fondent en verre blanchâtre, les autres en verre noirâtre ou verdâtre.

M. Cordier distingue trois sortes de scories, les *scories grumeleuses*, qui ne diffèrent pas sensiblement des laves lithoïdes auxquelles elles sont ordinairement adhérentes; elles présentent les mêmes subdivisions qu'elles.

Les *scories pesantes*. La pâte de celles-ci présente un aspect intermédiaire entre la struc-

ture lithoïde et l'aspect vitreux, c'est-à-dire, qu'on y voit au microscope une substance vitreuse continue dans laquelle sont disséminés des grains blancs, noirs ou verts, semblables à ceux des laves lithoïdes. Dans les scories rouges, la majeure partie des grains noirs appartient au fer oligiste.

Les *scories légères* font voir un tissu uniforme analogue à celui des verres volcaniques; leurs éclats minces sont toujours translucides, avec des couleurs différentes suivant la nature de la scorie dont ils proviennent. La pâte vitreuse de ces scories fait voir néanmoins quelques grains de fer titané, de feldspath, de pyroxène, d'amphigène et de péridot.

Les *pâtes vitreuses* ou verres volcaniques se divisent également en deux genres, suivant qu'elles donnent au chalumeau un verre blanc ou un verre d'un noir verdâtre. Chacun de ces genres présente des verres volcaniques parfaits, c'est-à-dire, qui ne font voir au microscope que quelques grains rares de fer titané. Les imparfaits, qui ont en général un aspect demi-vitreux, présentent une pâte vitreuse dans laquelle sont disséminés des rudimens de cristaux microscopiques, analogues à ceux des laves lithoïdes. Ce sont des grains feldspathiques dans les obsidiennes qui fondent en verre blanc, et des grains de pyroxène dans celles qui fondent en verre noir. On voit dans certains cas la transition de cette obsidienne au basalte le plus dense.

On retrouve dans les *cendres volcaniques* les mêmes élémens que dans tous les produits volcaniques que nous venons de parcourir, c'est-

à-dire, le pyroxène, le péridot, le feldspath, le fer titané, etc., et très-rarement l'amphibole. Ces mêmes élémens se retrouvent encore dans les *tufs volcaniques*, qu'on peut considérer comme des cendres consolidées par diverses infiltrations ou par le tassement. Enfin, dans les *vakes* on retrouve encore les mêmes minéraux microscopiques disséminés dans une pâte due à la décomposition des roches volcaniques solides et réagréées par des infiltrations calcaires, mais beaucoup plus communément siliceuses. C'est toujours le pyroxène qui se montre en plus grande abondance dans les vakes qui fondent en émail noir, et jamais l'amphibole.

M. Cordier tire des observations nombreuses renfermées dans son Mémoire, et dont nous n'avons présenté qu'une partie, plusieurs conséquences importantes pour la géologie; et entre autres les suivantes:

1°. Les roches volcaniques qui paraissent le plus homogènes, sont composées en grande partie de cristaux microscopiques appartenant à un petit nombre d'espèces connues, notamment au pyroxène, au feldspath, au péridot, et au fer titané.

2°. Celles qui ont l'aspect lithoïde et celles qui ont l'aspect vitreux, celles qui n'ont encore éprouvé aucune altération, comme celles qui sont déjà entièrement désagrégées et très-altérées, offrent toujours la même composition mécanique.

3°. Ces roches sont les mêmes dans les produits volcaniques de tous les âges et de tous les pays.

4°. Les analogies qu'on a cru apercevoir entre quelques-unes de ces roches, et les roches primordiales ou secondaires à base de pétrosilex, de trapp ou de cornéenne, ne sont pas fondées.

5°. Les terrains volcaniques, considérés sous le point de vue le plus général, offrent une constitution toute particulière qu'on ne retrouve dans aucun terrain.

## DÉMONSTRATION GÉNÉRALE

DU

### THÉORÈME DE FERMAT

SUR LES NOMBRES POLYGONES ;

Par A. L. CAUCHY, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées (1).

Le théorème dont il s'agit, consiste en ce que tout nombre entier peut être formé par l'addition de trois triangulaires, de quatre carrés, de cinq pentagones, de six hexagones, et ainsi de suite. Les deux premières parties de ce théorème, savoir, que tout nombre entier est la somme de trois triangulaires et de quatre carrés, sont les seules qui aient été démontrées jusqu'à présent, ainsi qu'on peut le voir dans la *Théorie des nombres* de M. Legendre, et dans l'ouvrage de M. Gauss, qui a pour titre, *Disquisitiones arithmeticae*. J'établis dans le Mémoire que j'ai donné à ce sujet la démonstration de toutes les autres; et je fais voir en outre que la décomposition d'un nombre entier en cinq pentagones, six hexagones, sept heptagones, etc., peut toujours être effectuée de manière que les divers nombres polygones en question, à l'exception de

(1) Cet article est extrait du *Bull. des Sc.*

quatre, soient égaux à zéro ou à l'unité. On peut donc énoncer en général le théorème suivant :

*Tout nombre entier est égal à la somme de quatre pentagones, ou à une semblable somme augmentée d'une unité; à la somme de quatre hexagones, ou à une semblable somme augmentée d'une ou de deux unités; à la somme de quatre heptagones, ou à une semblable somme augmentée d'une, de deux ou de trois unités, et ainsi de suite.*

La démonstration de ce théorème est fondée sur la solution du problème suivant :

*Décomposer un nombre entier donné en quatre carrés, dont les racines fassent une somme donnée.*

Je réduis ce dernier problème à la décomposition d'un nombre entier donné en trois carrés, en faisant voir que, si un nombre entier est décomposable en quatre carrés dont les racines fassent une somme donnée, le quadruple de ce nombre est décomposable en trois carrés, dont l'un a pour racine la somme dont il s'agit. Il est aisé d'en conclure que le problème proposé ne peut être résolu que dans le cas où le carré de la somme donnée est inférieur au quadruple de l'entier que l'on considère, et où la différence de ces deux nombres est décomposable en trois carrés; ce qui a lieu exclusivement, lorsque cette différence, divisée par la plus haute puissance de 4 qui s'y trouve contenue, n'est pas un nombre impair, dont la division par 8 donne 7 pour reste. Si

aux deux conditions précédentes on ajoute celle que le nombre entier et la somme donnée soient de même espèce, c'est-à-dire, tous deux pairs ou tous deux impairs, on aura trois conditions qui devront être remplies pour qu'on puisse résoudre le problème dont il s'agit. Mais on ne doit pas en conclure que la solution soit possible toutes les fois qu'on pourra satisfaire à ces mêmes conditions. Pour qu'on soit assuré d'obtenir une solution, il faut en outre, et il suffit, que la somme donnée soit supérieure, ou égale, ou inférieure au plus d'une unité, à une certaine limite dont le carré augmenté de deux équivaut au triple du nombre donné.

En appliquant ces principes aux nombres impairs ou impairement pairs, on reconnaît facilement que tout nombre entier impair, ou divisible une fois seulement par 2, peut être décomposé en quatre carrés, de manière que la somme des racines soit un quelconque des nombres de même espèce compris entre deux limites, dont les carrés soient respectivement le triple et le quadruple du nombre donné.

On démontre avec la même facilité que tout nombre entier peut toujours être décomposé en quatre carrés, de manière que la somme soit comprise entre les deux limites qu'on vient d'énoncer. On doit seulement excepter parmi les nombres impairs les suivans :

1, 5, 9, 11, 17, 19, 29, 41;

et, parmi les nombres pairs, tous ceux qui, di-

visés par une puissance impaire de 2, donnent pour quotient un des nombres premiers :

1, 3, 7, 11, 17.

A l'aide de ces propositions et de quelques autres semblables, on parvient sans peine, non-seulement à prouver que tout nombre entier est décomposable en cinq pentagones, six hexagones, etc. ; mais encore à effectuer cette décomposition de telle sorte, que les nombres composans soient tous, à l'exception de quatre, égaux à zéro ou à l'unité.

*Carte physique et minéralogique du Mont-Blanc.*

M. RAYMOND, Capitaine au Corps Royal des ingénieurs géographes militaires, a offert à M. le Directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Mines, pour la collection minéralogique des Mines, une grande *carte physique et minéralogique du Mont-Blanc, des montagnes et des vallées qui l'avoisinent* (1).

Cette carte levée par l'auteur pendant les années 1797, 1798 et 1799, dessinée et gravée par lui-même, ayant été retardée par diverses circonstances, vient d'être publiée dans un moment où cette partie des Alpes n'appartient plus à la France ; mais ce beau travail sera toujours extrêmement précieux aux géologues, aux minéralogistes, aux botanistes, et aux amateurs nombreux qui vont chaque année visiter les glaciers de *Chamonix*, les vallées et les montagnes qui entourent le *Mont-Blanc*, élevé de 2450 t. au-dessus du niveau de la mer, et de 1917 au-dessus de *Chamonix*.

Cette carte, dont l'échelle est la même que celle de la carte de France, par Cassini (d'une ligne pour 100 toises), contient au moins 126 lieues carrées de surface, et renferme les points les plus intéressans de cette partie des Alpes qui entoure le *Mont-Blanc* ; on y trouve, à partir du Nord, le *Buet*, le *Grand-Saint-Bernard*, la

(1) Elle se trouve à Paris, chez Piquet, Géographe, quai de Conti, n°. 17, près le pont des Arts. Prix, 10 francs.

*cité d'Aost, le Petit-Saint-Bernard, Megène, Sallanches, et Clusses.*

Cette grande carte, remarquable par la beauté et l'effet de sa gravure, est précieuse par l'indication fidèle des ruisseaux, des torrens, des rivières, des chemins, des sentiers et des hameaux; par celle d'un grand nombre de substances minérales, et de hauteurs au-dessus du niveau de la mer; elle sera d'une grande utilité aux voyageurs-naturalistes, et donnera lieu à des observations nouvelles; les sciences devront de la reconnaissance à M. Raymond pour avoir osé s'exposer sur ces sommets glacés, et y avoir affronté des dangers sans nombre.

Nous croyons ne pouvoir mieux faire connaître le mérite de ce travail, qu'en donnant ici la copie d'une lettre écrite à M. Raymond, par le fils du célèbre géologue de Genève, M. *Théodore de Saussure*.

Genève, le 16 octobre 1815.

MONSIEUR,

« J'ai reçu, avec autant de plaisir que de reconnaissance, »  
 » votre belle carte du Mont-Blanc: je ne saurais vous ex- »  
 » primer combien je suis sensible à cet envoi, et combien »  
 » mon père eût été satisfait d'un travail aussi propre à orner »  
 » ses ouvrages, à faciliter et à étendre la connaissance des »  
 » contrées qu'il a décrites. J'ai présenté cette carte à la So- »  
 » ciété helvétique des Sciences naturelles, et tous ses mem- »  
 » bres ont rendu un juste hommage à l'exactitude et à la »  
 » belle exécution de ce tableau ».

## JOURNAL DES MINES.

N<sup>o</sup>. 228. DÉCEMBRE 1815.

### AVERTISSEMENT.

Toutes les personnes qui ont participé jusqu'à présent, ou qui voudraient participer par la suite, au *Journal des Mines*, soit par leur correspondance, soit par l'envoi de Mémoires et Ouvrages relatifs à la Minéralogie et aux diverses Sciences qui se rapportent à l'Art des Mines, et qui tendent à son perfectionnement, sont invitées à faire parvenir leurs Lettres et Mémoires, sous le couvert de M. le Comte MOLÉ, Pair de France, Conseiller d'Etat, Directeur-général des Ponts-et-Chaussées et des Mines; à M. GILLET-LAUMONT, Inspecteur-général des Mines. Cet Inspecteur est particulièrement chargé, avec M. TREMERY, Ingénieur des Mines, du travail à présenter à M. le Directeur-général, sur le choix des Mémoires, soit scientifiques, soit administratifs, qui doivent entrer dans la composition du *Journal des Mines*; et sur tout ce qui concerne la publication de cet Ouvrage.

### EXTRAIT

*D'un Mémoire sur les Méthodes de distillation de mercure qui ont été et sont encore en usage dans le Palatinat;*

Par M. BEURARD.

On sait que le mercure est, de tous les métaux, celui qu'il est le plus facile d'expulser de sa gangue par le moyen du feu; mais c'est précisément cette grande facilité de se volatiliser

Volume 38, n<sup>o</sup>. 228.

C c

qui constitue la principale difficulté de le traiter sans perte. Il s'agit de recueillir, dans un espace suffisant à leur développement, tous les produits volatils de la gangue, et de les diriger dans un endroit assez frais pour opérer leur conversion en mercure. Mais comment disposer ce local, destiné à la condensation de ces vapeurs, de manière à le maintenir constamment dans l'état de fraîcheur nécessaire? Quelle composition, quelle forme à donner au canal par lequel elles doivent y arriver, pour qu'il ne s'en perde point au passage, vu qu'elles s'efforcent toujours de s'ouvrir une issue? Quelle précaution à prendre au déluté, pour que celles non encore déposées ne s'échappent point? Comment construire le fourneau distillatoire de façon à pouvoir toujours maîtriser la chaleur, et la faire circuler par-tout au même degré d'intensité?

De plus, le mercure est rarement pur dans sa gangue, indépendamment des autres substances plus fixes qui l'accompagnent toujours, il est le plus ordinairement combiné au soufre, et mêlé à l'arsenic; il faut donc l'isoler de ces substances, au moyen d'un intermède qui les force à l'abandonner. Comment en régler les proportions?.. Enfin, quels moyens en général de rendre l'opération moins dépendante de l'intelligence et de l'assiduité des ouvriers, qui n'ont, pour l'ordinaire, de l'une et de l'autre, qu'une mesure assez bornée, et ne peuvent être surveillés par-tout perpétuellement. Telles sont les questions qui se présentent à résoudre.

Voici quelles ont été, et ce que sont maintenant, les méthodes de distillation adoptées dans les établissemens du Palatinat.

La plus ancienne dont on ait conservé la mémoire, était de l'espèce qu'on a appelée distillation *per descensum*; et elle se pratiquait dans les forêts par le moyen de vases de terre cuite, placés au milieu des charbonnières.

On disposait l'un au-dessus de l'autre, deux vases, pots ou marmites sans pieds, de terre à potier ordinaire, de la forme la plus simple, de la capacité intérieure d'environ un demi-litre, et d'une proportion telle que l'un puisse s'emboîter dans l'autre jusqu'à la profondeur de neuf centimètres. Le fond du vase supérieur était percé de plusieurs trous du diamètre d'un fort fétu de paille, afin que le mercure pût s'écouler dans l'inférieur destiné pour récipient. On remplissait aux trois quarts ce vase avec du minerai brisé, et réduit en petits morceaux de la grosseur d'un pois au plus, en observant de faire trouver les plus gros au-dessous, et les moindres, ou le minerai tout-à-fait écrasé par-dessus. On le fermait ensuite d'un couvercle aussi de terre qu'on lutait avec soin, puis on l'adaptait au vase inférieur, dans lequel il devait entrer, comme il a été dit, à la profondeur de 9 centimètres, et on avait également soin de bien calfeutrer tous les joints avec du lut. Ce vase inférieur devait avoir été antérieurement rempli d'eau à près de moitié, et enterré de trois quarts de sa hauteur dans l'âtre, ou emplacement uni, marqué pour recevoir la pile de bois destinée à être convertie en charbons.

Lorsqu'on avait placé ainsi un nombre de vases proportionné à l'étendue du terrain, on arrangeait autour des morceaux de bois

assez gros pour pouvoir les garantir d'accidens pendant la combustion ; on formait la pile , et on n'y touchait plus jusqu'à ce que tout le bois eût été réduit en charbons. Alors on délutait , et on trouvait dans le récipient , ou vase inférieur , le mercure revivifié que la chaleur avait expulsé des gangues enfermées dans le supérieur , qui seul était resté exposé à son action.

Il paraît que cette méthode a été générale et long-tems en usage , car on rencontre une grande quantité de halles formées de résidus dans beaucoup de forêts , et spécialement dans celles qui avoisinent le Mont-Tonnerre.

Lorsque , vers l'an 1728 , on s'occupa du rétablissement des exploitations , qu'une longue suite de guerres désastreuses pour le pays avait forcé d'abandonner , on recommença les distillations , mais on employa cette fois l'espèce dite *per latus* , c'est-à-dire , qu'on se servit de cornues ou retortes enchâssées dans les parois latéraux d'un fourneau ; elles étaient fort petites , et seulement de terre cuite ; d'abord à cols ou becs recourbés , puis à cols droits , plongeans dans des récipients également de terre , et emplis d'eau à plus de moitié. On ne pouvait introduire que de très-petits morceaux dans de semblables cornues ; il ne suffisait pas de briser ou concasser le minerai , il fallait le plier , le laver , et le réduire à l'état du schlich le plus pur ; ce qui occasionnait une perte assez forte en mercure.

Enfin , vers le milieu du siècle dernier , un particulier de Dusseldorf , nommé *Kirschbaum* , qui faisait exploiter , dans le pays de Hesse-Darmstadt , une mine où le mercure

se trouvait uni à l'argent , au cuivre , et spécialement au fer sulfuré , desquels il ne pouvait le séparer sans beaucoup de perte , imagina , après divers essais , ces grandes cucurbites , ou retortes de fer , dont l'usage est devenu général dans le pays depuis l'année 1758.

Elles ont à peu près la longueur , ou , si l'on veut , la hauteur d'un mètre , le col droit , et le ventre allongé. Le plus grand diamètre du ventre est de 35 centimètres , celui de l'orifice du col ou bec de 13. L'épaisseur du col est de 7 millimètres ; celle du fond est plus que double. Elles pèsent communément depuis 10 jusqu'à 12 , et même 13 myriagrammes.

Dans le commencement on n'en plaçait que six dans un fourneau , puis on a successivement augmenté le volume de ceux-ci de telle sorte , que plusieurs aujourd'hui en contiennent jusqu'à 52.

Les fourneaux sont de l'espèce de ceux que l'on nomme galères , et construits , ou en briques , ou en pierres quartzeuses arénacées , abondantes dans le pays , mais la voûte est toujours en briques.

Les retortes sont disposées sur deux lignes le long de chacune des grands côtés du fourneau , alternant l'une sur l'autre , de manière que celles de la rangée supérieure remplisse juste l'intervalle qui sépare celles de l'inférieure , afin qu'elles restent toutes entièrement exposées à l'action de la chaleur. Leurs becs saillaient de 10 à 12 centimètres au dehors des murs pour pouvoir être adaptés à des récipients.

Ces récipients sont de terre cuite , haut de 32 centimètres , et larges de 24. Ils sont soutenus

par une planche qui règne le long des murs, et assujétis aux retortes par un ciment formé d'un mélange de terre grasse et de paille hachée.

Lorsque le minerai a été concassé et réduit en petits morceaux, à peu près de la grosseur d'une noix, même au-dessous quand il est très-riche; on le mêle à une quantité de chaux, réglée aussi sur sa richesse, attendu que le plus riche est communément celui qui est le plus mélangé de parties sulfureuses, dont on ne peut le dégager qu'en leur présentant un corps avec lequel elles aient plus d'affinité qu'avec le mercure. Ensuite on introduit dans ces retortes 22 à 23 kilogrammes de ce mélange, qui le remplit aux deux tiers, et on adapte les récipients fournis d'eau fraîche à peu près jusqu'à moitié.

On chauffe les fourneaux avec de la houille, et on commence par un feu très-faible, afin qu'il ne se dégage d'abord que les vapeurs aqueuses provenant de l'humidité contenue dans le minerai; qu'elles ne soient pas trop abondantes, et que le lut ne se dessèche pas trop promptement.

Quand ces premières exhalaisons sont passées, et que le lut a pris de la consistance, on calfeutre ou bouche exactement toutes les gercures qui pourraient offrir une issue aux vapeurs mercurielles, puis on pousse le feu plus fort, et successivement jusqu'à sa plus grande intensité, en observant de faire circuler et maintenir la chaleur aussi également que possible, pendant tout le tems présumé nécessaire à l'expulsion totale du mercure de sa gangue, et ayant grand soin de rafraîchir souvent le lut avec une eau boueuse imprégnée du mélange

dont il a été formé, afin d'en prévenir ou d'en refermer les fentes ou crevasses.

Lorsqu'on estime que la distillation est complètement opérée, on délute un ou plusieurs récipients aux endroits où l'on croit que la chaleur a été la moindre, et on en substitue un autre bien nettoyé, contenant de l'eau fraîche; puis on pousse le feu avec une nouvelle vigueur pendant encore une demi-heure: ce tems expiré, on visite le nouveau récipient; et, si l'on n'y trouve aucun indice de mercure, on juge l'opération achevée. Alors on détache tous les récipients dans un même instant; on les range de file sur le terrain le long des murs du laboratoire; on les rafraîchit avec de l'eau froide; on en bouchonne avec précaution les parois intérieurs pour en faire tomber les perles de mercure qui y adhèrent, et ensuite on les vide les uns après les autres dans une grande jatte de terre soutenue par une planche au-dessus d'un vaste cuvier destiné à recevoir l'eau que l'on verse de la jatte avec bien de l'attention.

L'eau écoulée, on épure le mercure resté dans le fond de la jatte, en le mêlant avec de la chaux vive, que l'ouvrier manie à plusieurs reprises, la pétrissant en quelque sorte, pour qu'elle s'empare bien de toute la crasse. Il sert également de chaux pour recueillir une sorte de *mercure sulfuré noir*, déposé, en forme de suie, aux orifices des retortes et des récipients, et que l'on met en réserve pour en faire une charge de retortes à la fin de chaque trimestre.

On procède ensuite à la vidange des retortes, en ramenant le résidu de leur intérieur avec un râcle de fer, sur une toile garnie d'un re-

bord, que l'on décharge à mesure sur une bronette de fer, tenue à portée, qui sert à le transporter sur les halles; puis on remplit de nouveau; et c'est ainsi que l'on continue nuit et jour la distillation.

La durée de la distillation de chaque charge de retortes s'appellent *brand*; et cette durée se règle sur la nature du minerai; le plus riche est celui qui exige le plus de tems, mais communément on en fait trois dans 24 heures. Le premier brand, commencé dans un fourneau tout-à-fait froid, doit durer environ 12 heures; mais les suivans seulement 8; et même quelquefois pas plus de 5 heures.

Sans doute, cette dernière méthode de traiter le minerai de mercure, semble mieux appropriée à sa nature que les précédentes, et être plus avantageuse sous tous les rapports; cependant elle laisse encore beaucoup à désirer, puisqu'elle ne prévient point des pertes considérables dans les produits.

1°. Il y en a une sensible dès les premiers coups de feu, parce que le lut ne pouvant acquiescer une consistance suffisante avant la dissipation totale des premières exhalaisons aqueuses, il s'échappe nécessairement avec elles une quantité plus ou moins grande de vapeurs mercurielles.

2°. Lors même que le lut a cette consistance nécessaire, on peut toujours craindre que la chaux, qui sert d'intermédiaire, n'ait pas dégagé tout le mercure contenu dans le minerai.

3°. Quand le minerai est fort riche, les vapeurs mercurielles affluent si subitement en une telle abondance, que la capacité des re-

tores devient insuffisante à leur développement; ce qui fait qu'en se précipitant dans les récipients, elles n'y trouvent bientôt plus assez de fraîcheur pour leur parfaite condensation.

4. Lorsque l'on délute, il s'élève des récipients, et il sort des retortes une sorte de nuage recelant encore du mercure, qui ne sert plus qu'à corrompre l'atmosphère dans lequel les ouvriers respirent. Pour remédier à cet inconvénient, j'avais proposé le moyen bien simple de clore chaque orifice, soit de la retorte, soit du récipient, avec un couvercle convenable, appliqué immédiatement à l'instant du déluté; mais on a trouvé que ce serait un trop grand assujettissement.

La preuve qu'une foule de vapeurs mercurielles vont se perdre dans l'atmosphère; c'est que l'on retire toujours plus ou moins de mercure de la distillation de la crasse, qui salit et noircit en très-peu de tems toute la toiture d'un laboratoire.

Tous ces désavantages de la méthode actuelle, et sans doute d'autres encore remarqués avant moi, ont donné lieu à divers essais de perfectionnement; mais comme les modes que l'on a voulu substituer étaient plus compliqués, et avaient des défauts plus graves encore que ceux que l'on désirait corriger, on a conservé celui-ci.

Voici maintenant la description de la dernière méthode qui a été essayée et abandonnée. On avait disposé, dans un fourneau de la espèce dite *galère*, douze, ou tout au plus quinze retortes de fer, d'un calibre un peu plus fort que les retortes actuelles, mais

à deux cols ou becs, placés en sens contraire; et terminés chacun par une ouverture, dont l'une, ménagée à l'extrémité d'un col court et droit, servait à l'introduction du minerai, comme à l'extraction du résidu; tandis que l'autre, orifice d'un col plus long et recourbé, était consacrée exclusivement au passage des vapeurs mercurielles.

Ensuite, après avoir préparé et mélangé le minerai de la même manière que dans la méthode ordinaire décrite ci-dessus, on l'introduisait par l'ouverture du col le plus court, puis on bouchait hermétiquement cette ouverture au moyen d'un tampon, qu'on avait soin de bien luter. On adaptait ensuite à l'orifice du col recourbé de l'autre extrémité de la retorte, un tuyau de terre cuite, que l'on avait également soin de luter, et qui allait aboutir dans une grande auge remplie d'eau, laquelle régnait le long d'un des grands côtés du fourneau, et servait de récipient général. Le bout plongeant de ce tuyau était garni d'un morceau d'étoffe ou de gros linge goudronné, destiné à concentrer les vapeurs mercurielles, et à empêcher qu'au moment de leur immersion, ou passage dans l'eau du récipient, le bouillonnement qu'elles y occasionnent ne fît réjaillir au dehors quelques parties de mercure.

Quand le tout était disposé ainsi, on commençait à chauffer, mais graduellement; en ne découvrant d'abord que le premier des ouvreaux, du côté des orifices par lesquels on chargeait; puis successivement les autres. Les vapeurs mercurielles qui se dégageaient des parties échauffées les premières, ne

trouvant pas d'issue de ce côté, se dirigeaient forcément vers l'extrémité opposée qui leur offrait un passage jusqu'au récipient, où elles trouvaient la fraîcheur nécessaire à leur condensation.

On se flattait d'avoir ôté au mercure, par ce procédé, tous les moyens de s'évaporer en pure perte, parce qu'on ne lui laissait d'issue que dans l'eau du récipient, où il n'éprouverait aucune diminution, quand même elle viendrait à bouillir, à plus forte raison lorsqu'elle n'est que tiède. Il serait possible de la maintenir encore plus froide, en établissant un courant d'eau qui entrerait par une des extrémités du récipient, et dégorgerait par l'autre.

On prétend aussi que l'on remédiait par là au principal inconvénient de la méthode actuelle, qui est de ne pouvoir empêcher la dissipation de quelques vapeurs mercurielles parmi les exhalaisons aqueuses qui s'élèvent du minerai dès le premier coup de feu, et que le lut est forcé de laisser passer, puisqu'il est connu qu'on ne peut leur opposer aucune résistance. Ici, ces exhalaisons ayant une sortie libre pour aller se confondre avec l'eau du récipient, elles ne font point d'effort contre le lut, auquel on peut donner de suite toute la consistance nécessaire.

On raisonne de même relativement aux vapeurs sulfureuses et arsénicales, qui, ayant le passage libre dans l'eau du récipient, n'y peuvent plus altérer le mercure.

Du reste, dans cette méthode on chauffait, comme il a été dit, de la même manière que dans celle usitée aujourd'hui, et la durée d'un brand s'y réglait aussi d'après le plus ou moins

de richesse du minéral. Mais voici comment on s'assurait que tout le mercure était expulsé de sa gangue.

On pratiquait à l'un ou à l'autre des tuyaux de terre servant de passage aux vapeurs, une très-petite ouverture, que l'on tenait fermée exactement par un fausset pendant toute la durée de la distillation; et, lorsque l'on voulait s'assurer que l'opération était finie, on retirait ce fausset, puis on présentait à l'ouverture une plaque de fer-blanc dorée; s'il restait encore dans la retorte la plus faible partie de mercure, cette plaque était aussitôt ternie; dans le cas contraire, il n'y avait plus rien à espérer de la distillation, et on procédait à la vidange, pour ensuite recharger de nouveau, en se comportant pour l'un et l'autre, comme dans la méthode ordinaire.

La distillation peut se continuer ainsi plusieurs semaines, sans que l'on soit dans le cas de rien déranger, pourvu que les tuyaux aient été bien lutés dès le commencement.

Pour retirer le mercure déposé dans l'eau du récipient, on débouchait l'ouverture, et on faisait écouler l'eau dans la cuve.

C'est à Moschel-Landsberg que l'on a fait l'essai de cette méthode, et le fourneau dont on s'est servi subsiste encore dans une pièce dépendante du laboratoire actuel. La méthode dont il s'agit n'a pas été adoptée, parce que le produit obtenu, à quantité égale d'une même espèce de minéral, a été moindre que dans la méthode ordinaire.

En effet, il est certain;

1<sup>o</sup>. Que l'on ne peut guère placer dans le

fourneau qui a été employé, plus d'un tiers de la quantité de retortes que contiennent ceux de la méthode ordinaire, et que la différence dans les frais de distillation n'est pas, à beaucoup près, dans la même proportion, vu qu'en général le minéral est trop maigre pour que les frais puissent toujours être compensés par les produits de 20 ou 25 retortes; et, à plus forte raison, par ceux de 12 ou au plus de quinze.

2<sup>o</sup>. Les vapeurs mercurielles qui s'élèvent en abondance, et avec impétuosité contre les parois supérieures, et sont ensuite forcées de refluer dans le récipient, enduisent les parties moins chaudes qu'elles touchent à leur passage d'un dépôt mercuriel, qui serait toujours perdu en grande partie, par la difficulté de le recueillir, quand même on voudrait le faire à la fin de chaque brand; à plus forte raison lorsqu'on propose de ne déluter qu'après plusieurs semaines.

La société exploitante craignait aussi que, comme le coup de feu semble être plus fort contre la partie du ventre de la retorte qui répond au foyer, le minéral qui touche immédiatement à cette partie, ne soit brûlé de manière à rendre moins. Mais je doute que cette inquiétude soit trouvée fondée, car je crois que l'action de la chaleur est plus forte à une certaine distance du foyer que très-près, et j'ai remarqué que, dans nos fourneaux les mieux construits, c'est assez ordinairement le minéral des retortes du rang supérieur qui est dépouillé de mercure, ou distillé le premier; d'où je serais tenté de conclure, qu'au lieu du fourneau comme on le propose ici, à un seul rang de

retortes, il serait préférable d'en adopter un à trois et même à quatre étages; mais sur un seul côté. On pourrait y placer 36 ou 48, peut-être même 45 ou 60 retortes; c'est-à-dire, autant et même plus que dans ceux de la plus grande proportion en usage aujourd'hui; et l'on économiserait d'abord sur les frais de construction, puisque la grille et le cendrier seraient moins larges de moitié, mais sur-tout sur le combustible. Cependant je doute que la houille de ce pays puisse donner assez de flamme pour chauffer à la hauteur qui serait nécessaire.

Ce simple exposé me paraît suffisant pour faire apprécier le mode actuel de distillation, et provoquer l'indication des moyens possibles de perfectionnement; ce qui a été le but principal du Mémoire dont je viens de donner ici un extrait.

S U I T E

## DE L'ESSAI GÉOGNOSTIQUE

S U R

L' E R Z G E B I R G E ,

*Ou sur les Montagnes métallifères de la Saxe;*

Par A. H. DE BONNARD, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

§. I I I.

*Groupe du Nord-Ouest.*

Moins étendu et moins varié que les deux groupes précédens, celui du Nord-Ouest occupe le reste du cercle de l'Erzgebirge, dont, ainsi que nous l'avons dit, le sol s'abaisse de plus en plus de ce côté, à mesure qu'on s'éloigne des limites de la Bohême, en avançant vers le Nord. Il en résulte que ce groupe se compose de collines en général basses, arrondies et sans escarpemens; il renferme d'ailleurs très-peu de mines, et il offre, par conséquent, peu de facilité pour les observations géognostiques. Aussi n'est-ce que depuis quelques années, que la nature et la disposition des roches qui le constituent sont connues et comprises. Les observations de MM. d'Engelhardt et de Raumer ont encore ici beaucoup contribué à faire connaître la vérité.

Le centre et la presque totalité du sol de ce système sont formés de la roche désignée par M. Werner sous le nom de *Weisstein*, et qui

Eurite  
(Weis-  
stein);

comprend quelques *eurites* et quelques *leptinites* de M. Brongniart, roche peu connue en France, où on l'a tantôt confondue avec le gneiss, tantôt désignée sous le nom de pétrosilex, quoiqu'elle ne soit jamais simple dans sa composition; roche peu étudiée même en Allemagne, sous ses rapports géognostiques, quoiqu'ils paraissent tout-à-fait particuliers, et différens de ceux du gneiss dont on a long-tems considéré le *Weisstëin*, comme n'étant qu'une modification.

Le *Weisstëin*, auquel j'appliquerai en général le nom d'*eurite*, est essentiellement composé, 1°. de feldspath grenu, d'un grain très-fin, et quelquefois presque compact, d'une couleur d'un gris tantôt blanchâtre, tantôt jaunâtre, tantôt plus foncé; et 2°. de mica brunâtre dont la proportion varie. Sa structure, toujours stratifiée, est quelquefois très-fissile, quand le mica est abondant (le feldspath alors est souvent presque friable comme la dolomie); quelquefois elle présente, en petit, peu de fissilité, quand le feldspath est plus compact, et le mica plus rare. L'*eurite* renferme presque toujours des grenats, quelquefois du disthène et d'autres minéraux mélangés ou disséminés.

Considéré géognostiquement, l'*eurite* mérite aussi une place et une attention particulières, puisqu'on ne le trouve superposé à aucune autre roche; mais qu'on le rencontre au contraire au-dessous, même du gneiss, comme nous allons le voir.

L'*eurite* du troisième groupe de l'Erzgebirge semble, par la disposition de ses couches, posé

posé sur un noyau qu'il recouvre entièrement, et qu'il entoure complètement, mais qu'il est impossible d'apercevoir. Ce noyau, peut-être hypothétique, paraîtrait devoir être situé entre la *Mulda* et la *Zschoppau*, au Sud-Est de *Wechselburg*. Autour de ce point, considéré comme centre, on remarque aux couches de l'*eurite* toutes les inclinaisons qui peuvent concorder avec cette idée. Ainsi, en remontant la *Mulda*, depuis *Rochlitz* jusqu'aux environs de *Nach* et de *Borna*, on trouve l'*eurite* avec les inclinaisons *Nord-Ouest* et *Ouest*; à *Falcken*, il penche vers le *Sud*; on le retrouve sur les bords de la *Zschoppau*, entre *Franckenberg* et *Mittweyda*, penchant vers l'*Est*; de même entre *Mittweyda* et *Dabeln*; à *Rosswëin*, (sur la Mulde de *Freyberg*), il penche au *Nord-Est*; à *Waldheim*, vers le *Nord*, et à *Geringswalda*, vers le *Nord-Ouest*.

Dans une grande partie de cet espace, on trouve, avec l'*eurite*, une roche granitoïde qui est quelquefois un véritable granite, et qu'ailleurs on pourrait appeler *eurite grenu*. Cette roche est composée de feldspath, rarement couleur de chair, plus souvent d'un rouge brunâtre, de mica, en général brun, assez abondant, quoique en moins grande proportion que le feldspath, et de quartz dont la proportion varie beaucoup, et qui quelquefois disparaît tout-à-fait. Autant qu'on en peut juger, par le petit nombre d'endroits où il est permis d'observer la structure de cette contrée, non-seulement ce granite paraît alterner avec l'*eurite*, mais souvent ces deux roches semblent n'en faire qu'une, se rencontrent dans les

mêmes couches, et passent l'une à l'autre par des nuances insensibles. Ces alternatives et ces passages ont lieu soit en grand, soit en petit. Le grain du granite est souvent fin ou très-fin, quelquefois moyen, rarement gros. M. *Pusch* en cite (1), près de *Penig*, dans lequel on remarque des cristaux de feldspath qui ont près d'un pied cube de grosseur, et du mica dont les nuances varient du blanc au rouge, au vert, au jaune, au brun et au noir; il ajoute que ce granite renferme des géodes remplis de cristaux de quartz et de feldspath, des tourmalines, des pinites, des lépidolites, et des paranthines lamellaires (*Blaettriger Scapolith*) dont il donne une description détaillée. Mais ordinairement le granite de l'eurite est à petit grain, et presque uniquement composé de feldspath rougeâtre et de mica brun.

L'eurite et la roche granitique qui lui appartient, paraissent constituer à peu près exclusivement le sol de tout l'espace compris entre les lieux cités plus haut. La seule roche qu'on y ait observée, en bancs subordonnés, est l'*ophiolite* ou la serpentine; plusieurs bancs de cette substance sont encaissés dans les couches supérieures de l'eurite, près de *Waldheim*, et penchent, comme la roche principale, vers le Nord. De formation probablement plus ancienne que celle de *Zæblitz*, la serpentine de *Waldheim* est aussi différente de celle-ci par sa nature oryctognostique. Elle est, en général, plus dure, d'un vert noirâtre très-

Roches  
subordon-  
nées; ser-  
pentine.

(1) *Taschenbuch für die gesammte mineralogie*. 6<sup>ter</sup>. jahrgang. *Frankfurth*, 1812, pages 226 et suiv.

sombre, à cassure conchoïde et luisante, et prend un assez beau poli. Elle renferme beaucoup de petites couches et de filets stéatiteux, et en outre, seulement quelquefois du fer oxydulé. On remarque une roche serpentineuse de nature analogue, près de *Mahlitzsch*, au Nord du terrain d'eurite; et au Sud de cet espace on en observe un banc considérable aux environs de *Reichenbach*, *Falcken*, *Langenberg*, etc. Mais dans ces deux derniers gisemens, la serpentine est superposée à l'eurite, et n'est point recouverte par lui.

Je ne connais pas de filons observés dans l'eurite, ni de mines exploitées dans la contrée dont cette roche forme le sol. Point de filons.

Le gneiss est très-rare dans le troisième groupe. On l'a remarqué cependant près de *Auerswald* et de *Garnsdorf*, sur les bords de la *Chemnitz*. Il est là superposé à l'eurite en stratification concordante, et penche vers le Sud-Est. Gneiss sur l'eurite.

Le micaschiste et les phyllades, au contraire, forment autour du noyau d'eurite une ceinture à peu près continue, mais de peu de largeur. Tantôt ces deux roches s'y rencontrent l'une sur l'autre, plus souvent on n'en voit qu'une; mais toujours elles s'appuient sur l'eurite, aussi avec une stratification concordante, et la constance de ce gisement est une preuve remarquable de l'ancienneté de la formation euritique. Entre *Hartha* et *Waldheim* d'une part, et d'autre part, entre *Mahlitzsch* et *Döbeln*, on peut observer que l'eurite admet dans sa composition du quartz dont la proportion augmente peu à peu, en même Micaschiste et phyllades.

tems que celle du feldspath diminue, ce qui forme un passage presque insensible de l'eurite au micaschiste.

Sur quelques points de cette ceinture schisteuse, on observe aussi le passage du micaschiste au phyllade, par la diminution successive du quartz, et la fusion de ses parties dans les feuillets de mica qui perdent peu à peu et à la fois leurs ondulations et leur éclat. On peut citer, comme tenant le milieu entre le micaschiste et le phyllade, la roche schisteuse des environs de *Hohenstein*.

Phyllades se joignent à ceux du premier groupe.

Vers la partie Nord-Est du troisième groupe, la zone schisteuse acquiert une largeur beaucoup plus considérable; elle s'étend vers *Toppschedel*, *Hæfgen*, *Ziegenhayn*, *Leuben*, etc., avec une pente générale vers le Nord-Est. Là, les phyllades se réunissent avec le prolongement de ceux du premier groupe, et servent, comme eux, de base ou de *mur* à la syénite des bords de l'Elbe.

Bancs subordonnés.

Calcaire.

Les micaschistes et phyllades du troisième groupe renferment, comme ceux précédemment décrits, des bancs subordonnés de calcaire saccharoïde. Il existe de grandes carrières de cette substance à *Rabenstein*, à *Draysdorf*, à *Auerswald*, etc. On peut remarquer encore ici, que ces carrières se trouvent, dans une longueur de plusieurs lieues, sur une même ligne qui est celle de la direction des couches dans cette partie. Vers le Nord-Est, la zone schisteuse élargie, dont nous venons de parler, renferme aussi beaucoup de bancs calcaires. Je citerai ceux de *Obersteinbach*, au delà de *Dæbeln*. Plus loin on arrive à ceux de *Rothen-*

*schændorf*, *Blankenstein*, *Militz*, etc., dont j'ai déjà fait mention dans l'histoire des phyllades du premier système.

Notre zone schisteuse renferme aussi des bancs de serpentine que nous avons déjà remarqués reposant sur l'eurite.

Enfin on y observe des bancs étendus et puissans de *diabase schistoïde* (*grünsteinschieffer*), à *Gersdorf*, à *Rosswein*, à *Mahlitsch*, etc. Ces bancs se rencontrent en général entre le micaschiste et le phyllade, qui, vers le Nord-Est du groupe, existent tous les deux assez constamment: ils inclinent comme eux vers l'Est et le Nord-Est. Il est à remarquer que cette diabase schistoïde paraît faire suite à celle de *Siebenlehn* et de *Rosenthal*, qui dépend du premier groupe, et qui se présente dans des rapports de gisement analogues, entre le gneiss et les schistes, mais avec l'inclinaison *Nord-Ouest*, et, pour ainsi dire, en regard avec la première. On peut donc croire que la diabase a été déposée, dans cette contrée, d'une manière continue, en partie sur le gneiss du premier groupe, en partie sur l'eurite du troisième.

Diabase schistoïde.

La bande schisteuse renferme quelques filons métalliques exploités. Je ferai mention seulement des mines de *Gersdorf*, et de celles de *Hohenstein*.

Filons métalliques.

Les mines d'argent et de plomb de *Gersdorf*, près de *Rosswein*, sont, dit-on, remarquables par un fait géognostique assez singulier. Des filons, dirigés de l'Est à l'Ouest, y courent dans la diabase schistoïde; mais on assure qu'ils sont coupés par les phyllades qui la recouvrent, et dans lesquels on n'en re-

Mines de Gersdorf.

trouve aucune trace. Il semblerait donc, si ce fait était suffisamment constaté, que ces filons sont d'une formation plus ancienne que le dépôt des phyllades, et, par conséquent, à peu près contemporaine à celle de la diabase qui les encaisse. Ces filons diffèrent d'ailleurs, par leur allure, et sur-tout par leur grande puissance, qui varie entre trois et douze pieds, de tous ceux des autres parties de l'Erzgebirge. Ils contiennent de très-belles cristallisations de spath fluor de toute couleur.

Les travaux des mines de *Gersdorf* ont été abandonnés il y a vingt ans, et repris depuis peu d'années. Les premiers ouvrages de cette reprise ont été, à ce qu'il paraît, dirigés avec imprévoyance, et un puits, nouvellement creusé, s'est éboulé en 1808. On remarque, à *Gersdorf*, une belle digue en pierre, qui barre toute la rivière (la Mulde de Freyberg), et une galerie d'écoulement navigable qui sert au transport du minerai, de l'intérieur des travaux au bocard.

On exploite, à *Hohenstein*, des filons courant du Nord au Sud, dans une roche schisteuse, inclinée au Sud-Sud-Ouest, qui tient le milieu entre le micaschiste et le phyllade. Ces filons sont formés de quartz et de spath calcaire, et renferment des pyrites arsenicale et cuivreuse. Celle-ci est aurifère, et on en a extrait de l'or, mais avec des frais plus considérables que sa valeur. Les mines de *Hohenstein* n'ont qu'une faible activité : leur production principale est l'arsenic, et ses diverses préparations.

Je ne crois pas qu'on ait observé le porphyre sur l'eurite; on n'en rencontre même pas sur

Mines de  
Hohens-  
tein.

Porphyres  
sur le phyl-  
lade.

les phyllades du troisième groupe, comme nous en avons remarqué sur ceux du premier, si ce n'est vers le Nord-Ouest, où on les trouve en abondance en allant de *Hartha* à *Colditz*. Les schistes de cette partie penchent vers le Nord-Ouest : bientôt ils disparaissent, et on ne voit plus que des porphyres qui leur sont évidemment superposés. Au delà de *Colditz*, on ne trouve encore que du porphyre, et cette roche est la seule qui se montre, de tems en tems, au milieu des plaines et des terrains récents qui constituent le sol des environs de Leipzig.

Au Sud du groupe, on trouve aussi, près de *Hohenstein*, un porphyre reposant sur les schistes, mais n'en recouvrant que les pentes, et différant, à plusieurs égards, de tous ceux mentionnés jusqu'ici. Sa pâte est cependant d'un grain très-serré, et semblable à celle des porphyres les plus anciens; mais il est en couches horizontales très-marquées, et souvent traversé par de petits filons d'agate et de jaspe.

Enfin, à l'Est de Chemnitz, dans la forêt de *Zeisigwald*, et, de là, jusqu'à *Flöhe*, on rencontre le porphyre avec une extrême abondance; mais, ici, sa pâte est en général plus ou moins argileuse; c'est même souvent un véritable *argilophyre* (*thonporphyr*), passant quelquefois à l'*argilolite* (*thonstein*), et il présente de nombreux indices de stratification presque horizontale. Quelquefois cependant l'un ou l'autre de ces deux caractères n'existent pas, et le porphyre devient semblable à celui de la *formation principale*. Malgré cette circonstance, on s'accorde à regarder les porphyres du *Zeisigwald* et de *Flöhe*, comme ap-

partenant aux terrains secondaires, et faisant partie du grand bassin de *grès-rouge*, qu'il me reste à faire connaître. L'*argilophyre* du *Zeisigwald* renferme des jaspes et des agates en assez grande quantité, plus rarement de la lithomarge.

## S. IV.

*Terrains situés entre les trois groupes.*

Nous avons vu qu'entre les deux premiers systèmes de gisement, on ne rencontre aucun terrain secondaire; leur limite commune étant située dans des contrées très-élevées, il paraît que les dépôts de ces terrains n'y sont pas parvenus. Le gneiss change d'inclinaison, lorsqu'appartenant à l'un ou à l'autre système, il s'appuie sur le granite de *Freyberg*, ou paraît s'appuyer sur celui des limites de la Bohême; mais aucun vestige d'organisation, aucun dépôt non cristallin ne se rencontre en passant de l'un à l'autre.

Nous avons vu aussi que les terrains primitifs du troisième système se rattachaient, vers le Nord, à ceux du premier, par les diabases schistoïdes, et sur-tout par les phyllades qui s'appuient d'un côté sur le gneiss de *Freyberg*, et de l'autre sur l'eurite de *Waldheim*, mais qui se réunissent, et, avec une direction à peu près constante, constituent toute la contrée, jusqu'aux syénites des bords de l'Elbe.

Nous avons remarqué des terrains de transition peu étendus, savoir: sur la pente *Nord-Ouest* du premier groupe (pente située en face du troisième), et aussi à l'extrémité *Nord-Ouest* du second, entre les terrains primitifs

Terrains  
de transi-  
tion.

de *Schneeberg*, et les terrains secondaires des environs de *Zwickau*. Nous avons fait observer que ces terrains de transition recouvraient toujours les terrains primitifs en *gisement concordant*.

On cite encore des psammites (*gräuwacke*) de transition près d'*Auerswald*, sur la pente *Sud-Est* du troisième groupe. Ils recouvrent les phyllades, perchent, comme eux, vers le *Sud-Est*, et se trouvent à peu près en face des terrains de transition du premier groupe, qui, ainsi que nous l'avons vu, s'étendent jusqu'à *Lichtewald*.

Le reste de l'intervalle entre le premier et le troisième système, comme l'intervalle entier entre le troisième et le second, sont remplis par un vaste dépôt secondaire que l'on peut suivre, en allant du *Nord-Est* au *Sud-Est*, depuis *Pappendorf* et le moulin de *Gosberg*, par *Haynichen*, *Frankenberg*, *Flæhe*, *Niderwiesa*, *Chemnitz*, *Lungwitz*, *Lichtenstein*, jusqu'à *Wildenfels* et au-delà de *Zwickau*, sur plus de quinze lieues de longueur, et sur une largeur qui varie d'une à trois ou quatre lieues, selon que les montagnes primitives des deux systèmes se rapprochent ou s'éloignent.

Tout ce bassin est occupé par un terrain qui paraît se rapprocher, en général, de la formation désignée par les Allemands, sous le nom de *Rothliegende*, et connue, parmi nous, sous celui de formation du *grès-rouge*. Les roches agrégées qui le constituent, disposées en couches horizontales, sont, ou à grain fin et rougeâtres, quelquefois veinées de jaunâtre et de gris, ou renfermant des fragmens roulés plus ou moins

Grand bas-  
sin de grès  
rouge.

volumineux, quelquefois très-gros, et alors désignées sous le nom de *conglomerat*.

Cette formation, en général peu connue et peu étudiée jusqu'à présent, quoiqu'elle constitue, en divers pays, des contrées d'une étendue considérable, paraît présenter des singularités remarquables dans la variété des roches qui s'y rapportent. On cite, dans le *Thüringerwald*, des bancs de porphyre et des bancs de variolite (*mandelstein*), qui appartiennent à la formation du *grès rouge*, et des passages du *grès rouge* proprement dit, à ces porphyres et à ces variolites. Quelques minéralogistes croient que les *trapps* et les *mandelstein* des bords de la *Nahe*, dans le *Hunsdrück*, dépendent aussi de cette formation. Dans le bassin que nous considérons maintenant, il paraît qu'il faut y rapporter les porphyres argileux et autres du *Zeisigwald*, et même les porphyres de *Hohenstein*, qui semblent cependant, en quelques endroits, clairement situés au-dessous du *grès rouge*. A *Wiesa*, on remarque des bancs de vase qui paraissent aussi appartenir au même terrain.

Les rapports de position et d'ancienneté du *grès rouge* avec le *terrain houiller* proprement dit, ne sont pas encore déterminés d'une manière positive, et les opinions des géognostes diffèrent à cet égard. Un petit bassin houiller existe, à *Flöhe*, en contact avec le *grès rouge*. Plusieurs mines y sont en exploitation; cependant on ne connaît pas les relations des deux terrains entre eux. Il en est de même aux bassins houillers de *Planitz* et de *Pottschappel*, dont nous avons fait mention plus haut. Il en est de même dans beaucoup d'autres pays.

Aucun terrain récent ne recouvre le bassin de *grès rouge*; aucun, à ma connaissance, n'a été observé dans l'intérieur de l'Erzgebirge. Nous avons remarqué, au Nord et au Sud-Est du premier groupe, le *grès blanc* (*quadersandstein*), et au Nord-Est du même système, le calcaire argileux (*Plaener*) de la vallée de Dresde; mais l'Erzgebirge ne renferme, ni calcaire Alpin, ni calcaire du Jura, ni calcaire coquiller (*muschelkalk*), ni gypses, ni craie, etc. La terre végétale recouvre immédiatement le roc primitif, jusque dans le fond des vallées; mais le sol n'en est pas moins fertile, dans toutes les parties qui ne sont pas trop élevées, et les puits et ateliers des mines y sont situés au milieu de campagnes souvent couvertes de moissons abondantes.

## APPENDICE.

*Terrains Basaltiques.*

Je ne dirai que très-peu de mots des basaltes de l'Erzgebirge. On sait que ce sont des plateaux épars sur un petit nombre de collines, en général assez élevées. Il en existe, dans notre premier groupe, cinq qui, depuis la forêt de *Tharandt*, jusqu'à *Altenberg*, sont presque situées sur une même ligne droite à peu près parallèle à la direction générale des couches dans cette partie. Trois autres, le *Baarenstein*, le *Scheibenberg*, et le *Pöhlberg*, situés dans le second groupe, et formant une espèce de triangle équilatéral, sont célèbres par l'étude particulière qu'en a faite M. Werner,

Plateaux  
de basalte.

et par les conséquences qu'il a tirées de leur disposition, pour appuyer son opinion sur l'origine aqueuse du basalte. Plusieurs autres encore sont placés le long de la crête qui sépare la Saxe de la Bohême, souvent sur les parties les plus hautes. Je n'entrerai dans aucun détail sur cet objet, qui a déjà été celui de beaucoup d'écrits, parce que le second chapitre de l'ouvrage de M. d'Aubuisson *sur les basaltes de la Saxe* (1), renferme une description de toutes ces montagnes. Je dirai seulement que, dans les unes, le terrain basaltique repose sur le gneiss, et dans les autres sur le grès blanc (*quadersandstein*), et je ferai observer que presque toutes présentent des particularités de forme, analogues à celles que j'ai mentionnées pour les montagnes à sommet de porphyre et de quartz, savoir : que le sommet, ou la partie basaltique, est beaucoup plus escarpé que le pied de la montagne, et qu'il est toujours sensiblement plus escarpé sur une face que sur la face opposée.

La ville d'*Annaberg* est située sur le penchant de l'une de ces montagnes (le *Pöhlberg*). En s'élevant de la ville jusqu'au sommet, on peut facilement remarquer les diverses couches citées par M. Werner, savoir : immédiatement sur le gneiss, un gravier ou sable quartzeux à gros grain (*gruss*) ; puis un sable plus fin (*sand*) qui devient argileux ; puis une argile véritable, laquelle passe à la vake ; puis enfin,

(1) Mémoire sur les Basaltes de la Saxe, accompagné d'observations sur l'origine des basaltes en général ; par J. F. d'Aubuisson. Paris, 1808.

Reposent  
sur le gneiss  
ou le grès.

Le Pöhl-  
berg.

le basalte qui repose sur la vake. Des galeries ouvertes par des potiers, pour l'exploitation de l'argile, ont permis de voir distinctement les superpositions de ces diverses substances. Ces galeries étaient éboulées en 1808, et je n'ai pu observer les couches qu'à l'extérieur de la montagne.

Il y aurait sans doute, des observations plus nombreuses et plus variées à faire sur les montagnes basaltiques des environs de *Carlsbad* ; mais il faudrait les rattacher à l'examen du *mittelgebürge* et de tout le Nord de la Bohême, contrée couverte de toutes les espèces de terrains qui constituent ce que M. Werner appelle la *formation des trapps secondaires*, et dont les basaltes de l'Erzgebirge ne doivent être considérés que comme des lambeaux détachés, mais que je n'ai point visités. Je m'abstiendrai donc d'en parler.

Basaltes du  
Nord de la  
Bohême.

## R É S U M É.

Reprenons, en les généralisant, les observations rapportées dans le cours de ce mémoire, relativement à chaque roche que nous suivrons dans toutes les circonstances de gisement qu'elle nous a présentées, c'est-à-dire, selon l'expression de M. Werner, à travers toutes ses époques de formation.

I. Le GRANITE, nous avons remarqué :

1°. Le granite des environs de *Freyberg* et celui du Sud-Ouest de l'Erzgebirge, sur lesquels s'appuient toutes les autres roches des premier et second groupes. Je rappellerai seulement, à cet égard, qu'à *Schneeberg* les premières couches de micaschiste paraissent al-

terner avec les dernières parties du granite, et qu'aux environs de *Carlsbad*, on a cru observer deux granites différens, dont le second ou le moins ancien, remarquable par sa tendance à la désagrégation de ses parties et à l'altération de son feldspath, serait peut-être alors le seul qui renfermerait l'étain disséminé entre les substances qui le composent. Remarquons que cette même espèce de granite se retrouve en Cornouailles; qu'elle se retrouve en France dans le département de la Haute-Vienne, toujours avec du minerai d'étain disséminé; qu'elle se retrouve enfin, probablement, dans beaucoup des lieux où l'on exploite le caolin ou feldspath décomposé.

Le granite tantôt n'est pas stratifié, tantôt présente des indices de stratification à peu près horizontale. Nous y avons remarqué quelques filons de feldspath, de silex corné, de tourmaline, de minerai d'étain et de minerai de fer. Nous avons vu aussi que les filons de minerai d'argent qui courent dans le micaschiste, pénètrent quelquefois jusque dans le granite sur lequel le micaschiste repose.

Enfin, nous avons vu que des eaux thermales très-abondantes semblent sortir du granite de *Carlsbad*, ou plutôt d'un filon de silex corné qui le traverse.

2°. Un granite, dans le second groupe, alternant et ne faisant, pour ainsi dire, qu'une seule et même roche avec l'eurite, auquel il passe souvent.

3°. Un granite, à l'est du premier groupe, formant d'abord des bancs subordonnés peu puissans dans les phyllades, et se présentant

ensuite en masses considérables appuyées sur ces phyllades et sur toutes les roches subordonnées que ces phyllades renferment, parmi lesquelles nous avons remarqué des psammites (*grauwacke*), mais qui n'ont offert à l'observation aucun vestige de corps organisés. Ce granite, qui ne présente pas d'indice de stratification, repose sur la pente des couches de phyllades, mais n'en recouvre pas les tranches; il doit être rapporté géognostiquement à la formation de la syénite que l'on rencontre plus loin, dans les mêmes circonstances de gisement, en suivant la ligne de direction des phyllades.

4°. Un granite formant, à *Geyer*, un *amas transversal* (*stehender stock*) dans le gneiss, et contenant beaucoup de minerai d'étain.

5°. Le granite du *Greifenstein* formant le sommet d'une montagne de micaschiste, et renfermant dans son intérieur de véritables fragmens de gneiss.

6°. Enfin un granite formant des filons, dans le gneiss, à *Geyer*, et dans le micaschiste, à *Johanngeorgenstadt*.

Nos observations nous conduiraient ainsi à regarder ces six espèces de granite comme constituant peut-être autant de formations (1) dis-

(1) Il faut remarquer que, dans ces six formations, ne se trouve pas comprise celle du granite alternant avec le gneiss, formation qui a été observée en un assez grand nombre de pays. Je ne parle pas non plus du granite qui alterne, en bancs horizontaux, avec le quartz et l'hyalomicté, à *Zinnwald*, parce que n'ai examiné ces terrains que d'une manière très-fugitive. — La diversité de ces modes de gisemens du granite explique peut-être, jusqu'à un certain point, celle des opinions émises depuis quelque tems sur l'ancienneté relative de cette roche.

tinctes, dont la première doit probablement encore être divisée. Chacune a, en effet, des caractères particuliers qui paraissent ne pas convenir aux autres. Une seule, la première, serait antérieure à toutes les roches connues; les autres, placées à différens degrés dans l'échelle d'ancienneté des terrains. Parmi celles-ci, la seconde et la troisième sont sans doute très-étendues, les trois dernières le sont beaucoup moins, et sont peut-être même purement locales; elles paraissent aussi avoir plus ou moins de rapports entre elles.

Le tems seul, et des observations multipliées dans un grand nombre de pays divers, apprendront jusqu'à quel point ces conclusions, ou plutôt ces conjectures, sur les granites de l'Erzgebirge, peuvent être regardées comme applicables à la disposition générale des terrains granitiques.

Dans l'état actuel de la science, les observations particulières ont naturellement pour résultat, de faire multiplier les *formations* présumées, parce qu'elles nous font apercevoir sur-tout les différences, si nombreuses et si variées, que présentent entre eux les terrains, comme toutes les productions de la nature. Lorsqu'un assez grand nombre d'observations permettra de faire des rapprochemens généraux, on pourra sans doute saisir des rapports qui échappent à celui qui n'étudie qu'une contrée, et ces rapports conduiront probablement à diminuer, par des réunions, le nombre des formations de granite qu'on peut être porté à admettre aujourd'hui.

II. L'EURITE (*Weisstein*) n'est point, comme  
on

on l'a cru long-tems, une variété de gneiss, et n'appartient pas non plus, comme terrain subordonné, à la formation de cette roche; il paraît constituer entièrement un groupe de montagnes, renferme un granite qui lui est propre (le second), avec lequel il alterne et auquel il passe souvent; ne contient d'ailleurs aucune roche subordonnée, excepté une formation de serpentine qui alterne avec ses couches supérieures; ne recouvre aucune roche; est au contraire au-dessous de toutes les autres, même du gneiss, et semble donc se placer, par son rang d'ancienneté, à côté du granite le plus ancien.

Ces faits ont besoin d'être vérifiés dans les autres contrées où l'eurite se rencontre, contrées qui sont, à ce qu'il paraît, assez nombreuses.

III. LE GNEISS. Nous n'en avons observé qu'une formation principale. Il repose sur le granite ou sur l'eurite; ailleurs, on ne connaît pas la roche qui peut se trouver au-dessous de lui. Il constitue la plus grande partie du sol de l'Erzgebirge, passe au micaschiste et aux phyllades, qui le suivent ordinairement dans l'ordre d'ancienneté, et avec lesquels ses dernières couches alternent quelquefois; on le retrouve même en banc subordonné dans les phyllades, ce qui pourrait être considéré comme une seconde formation de gneiss, si cette circonstance se rencontrait plus souvent.

Renferme, comme roches subordonnées, des bancs de porphyre, d'amphibolite, de quartz, de calcaire, de pyrites.

Est traversé par de nombreux filons métalliques.  
Volume 38, n°. 228. E e

liques, en général peu puissans, et qui contiennent des minerais d'argent, de cuivre, de plomb, de cobalt, de bismuth, d'antimoine, d'arsenic, etc., aussi par des filons de minerai d'étain et de minerai de fer, enfin, par beaucoup de filons stériles, parmi lesquels nous avons remarqué des filons d'agate, d'améthyste, etc. et de nombreux filons de wakite, soit seule, soit accompagnant des filons métalliques.

Renferme, en *amas transversal* (*stehender stock*) et en filons, une formation de granite pénétré de minerai d'étain.

Nous avons remarqué deux sources d'eaux thermales qui paraissent sortir du gneiss, l'une et l'autre dans le voisinage de filons d'améthyste.

IV. LE MICASCHISTE (*glimmerschieffer*), semble aussi ne présenter qu'une formation principale; recouvre ordinairement le gneiss, en *stratification concordante* (*gleichformige Lagerung*); repose souvent immédiatement sur l'eurite et sur le granite avec lequel ses couches inférieures paraissent quelquefois alterner; passe d'une part au gneiss et à l'eurite, et de l'autre aux phyllades, avec lesquels il alterne aussi quelquefois par places, mais par lesquels il est en général recouvert; contient beaucoup de grenats disséminés dans son intérieur.

Renferme, comme roches subordonnées, des bancs de serpentine, de diabase schistoïde (*grünsteinschieffer*), et de très-nombreux bancs de calcaire; renferme aussi de bancs de grenat, d'actinote, de talc stéatite, de fer oxydulé, de pyrites et de blende.

Est traversé par une grande quantité de filons

métalliques, de la même nature que ceux du gneiss.

Nous avons vu, à *Schneeberg*, le mica-schiste paraissant former un filon dans le granite qu'il recouvre. Nous l'avons vu à *Johanngeorgenstadt*, au contraire, traversé par des filons de granite d'une formation nouvelle.

Nous avons vu aussi que quelquefois, à la jonction du gneiss et du mica-schiste avec le granite, on rencontre, soit des bancs de caolin, soit des filons puissans de minerai de fer, qui pénètrent de l'une de ces roches dans l'autre, mais courent long-temps entre les deux.

V. Il faut faire mention de l'HYALOMICTE (*graisen* ou *greiss*), qui constitue des montagnes à *Zinnwald*, et renferme des bancs horizontaux de granite et de quartz stannifère exploité. Mais j'ai trop peu étudié ces terrains, pour pouvoir indiquer leurs relations de gisement avec le gneiss et les autres roches primitives.

VI. L'OPHIOLITE, ou la roche à base de *serpentine*, nous a paru constituer deux formations (1), l'une, en bancs distinctement stratifiés, repose sur l'eurite, et alterne soit avec les couches supérieures de cette roche, soit avec les mica-schistes qui les recouvrent; l'autre, formant une masse puissante et assez étendue, mais sans stratification prononcée, paraît reposer sur le gneiss en gisement *différent* et *transgressif*. La première ne renferme que de l'asbeste et du fer oxydulé, la seconde contient en abondance de l'asbeste, du fer oxydulé,

(1) On pourrait aussi rapporter aux formations de serpentine, le banc de stéatite mélangé d'émerilique nous avons indiqué dans le mica-schiste.

du talc, des grenats, du quartz et du feldspath.

VII. LES PHYLLADES et SCHISTES. Nous en avons observé plusieurs formations.

1<sup>o</sup>. Les phyllades et schistes primitifs, paraissent suivre immédiatement, dans l'ordre d'ancienneté, les gneiss et micaschistes qu'ils entourent et recouvrent en *gisement concordant*, auxquels ils passent souvent, et avec lesquels ils alternent quelquefois par places. Nous avons remarqué que les phyllades recouvrent, de cette manière, les roches plus anciennes de deux groupes différens, mais sans interruption, de manière que les couches inférieures se moulent sur la forme des deux noyaux, que les sinuosités qui en résultent dans la direction des phyllades, d'abord très-sensibles, diminuent peu à peu, à mesure qu'on les traverse, en allant vers leur toit, et qu'enfin, les couches supérieures affectent une direction et une pente uniforme, sur une étendue assez considérable.

Ces phyllades renferment des bancs d'ampelite, de jaspe schistoïde, d'amphibolite, de leptinite, et on observe des passages entre toutes ces roches. Nous avons vu aussi des passages analogues changer les phyllades en schistes d'apparence psammitique, et enfin en véritable psammite (*grauwacke*), roche regardée comme caractéristique des terrains de transition, et qui se trouve ici au milieu de terrains reconnus comme primitifs. Les phyllades renferment aussi, comme roches subordonnées, des bancs de porphyre, de quartz, de granite, de syénite, de gneiss, de diabase

greuve, de diabase schistoïde, enfin de nombreux bancs de calcaire, et quelques bancs de minerai de cuivre, plomb et fer.

Peu de filons métalliques sont exploités dans les phyllades bien caractérisés. On en remarque beaucoup au contraire dans les passages de cette roche soit au micaschiste, soit à l'amphibolite schistoïde, soit au jaspe schistoïde. On y remarque aussi, dans ce cas, de nombreux filons de vakite, et un *amas transversal* (*stehender stock*) de la même substance.

Enfin, nous avons observé, dans le phyllade, un filon stérile, situé au mur d'un banc d'ampelite, parallèle à ce banc comme à toutes les couches de la montagne, et rempli de fragmens roulés des roches dont cette montagne est composée.

2<sup>o</sup>. Les phyllades et schistes de transition recouvrent les phyllades primitifs en *gisement concordant*, et il paraît presque impossible de déterminer, à l'égard de ces roches, la limite qui sépare l'une de l'autre les deux grandes divisions qu'on a établies dans les terrains les plus anciens. On ne reconnaît les phyllades de transition, qu'aux roches avec lesquelles ils alternent, et qui sont soit des bancs nombreux de psammite (*grauwacke*) bien caractérisés, soit des calcaires marbres renfermant des débris de corps organisés. Rappelons que nous avons trouvé le psammite au milieu des phyllades dits primitifs. Remarquons que dans d'autres pays, (au *Hartz*), on trouve des débris de corps organisés dans des schistes ardoises cités long-tems comme primitifs par tous les minéralogistes Allemands. Observons enfin, que la

concordance de la stratification est un des principaux caractères indiqués généralement pour reconnaître les roches qui doivent se rapporter à la même classe, et que ce caractère se rencontre ici commun à des roches de classes différentes; et nous douterons qu'il y ait, dans l'état actuel de la géognosie, des données suffisantes, pour diviser ainsi, en deux classes, les terrains anciens, ou au moins qu'il existe des moyens généraux de reconnaître ceux qui doivent appartenir à chacune de ces classes.

Outre les roches déjà citées, les phyllades dits de transition renferment des bancs de diabase, de jaspe schistoïde, et de quartz grenu schistoïde. Nous n'y avons point observé de filons métalliques.

3°. Si nous suivons les roches schisteuses dans les formations plus nouvelles, nous trouvons les *schistes argileux* désignés souvent sous le nom d'*argiles schisteuses* (*schiefferthon*) alternant avec les psammites micacés ou grès des houillères, dans les terrains houillers de *Zwickau*, de *Flöhe* et de *Pottschappel*; nous les voyons aussi, dans ce dernier endroit, formant des filons verticaux dans la houille.

VIII. LA SYÉNITE. Nous avons observé cette roche, en banc subordonné, dans les phyllades regardés comme primitifs; puis nous l'avons vue, en grandes masses non stratifiées, appuyée sur ces phyllades, de la même manière que notre troisième granite auquel elle fait suite, et qui semble constituer avec la syénite une seule et même formation. Nous avons remarqué, à l'appui de cette idée, que la syénite offre des variations fréquentes dans la nature

et la proportion des substances qui la composent, et qu'elle prend quelquefois les caractères d'un véritable granite. Nous y avons cité des bancs de porphyre, de gneiss, d'amphibolite et de calcaire, des filons de diabase et de cornéenne basaltique, enfin des filons métalliques exploités.

IX. LES PYRITES. Indépendamment de leur dissémination dans les terrains de tous les âges, et de leur abondance dans les filons, les pyrites en masses méritent d'être considérés, dans l'Erzgebirge, comme un terrain à part, qui forme des bancs nombreux dans le gneiss et le micaschiste. Ces bancs renferment des pyrites ferrugineuses, cuivreuses, arsénicales, et de la blende, quelquefois du fer oxydulé et des minerais divers de plomb et de cuivre. On dit que, dans quelques endroits, ces bancs se réunissent à un banc de calcaire, dont la masse forme alors comme la gangue de tous ces minerais.

Nous avons retrouvé les pyrites, mêlées de schiste argileux micacé et de houille, en banc dans le terrain houiller proprement dit, ainsi que dans la formation de houille appartenant au grès blanc (*quadersandstein*).

X. L'AMPHIBOLITE MICACÉ et SCHISTOÏDE (*hornblend-gestein*, *hornblend-schieffer*). On trouve ces roches :

- 1°. En bancs subordonnés dans le gneiss;
- 2°. En bancs dans le micaschiste;
- 3°. En bancs dans les phyllades primitifs. On remarque alors des passages fréquents entre l'amphibolite et les phyllades.

XI. LE JASPE SCHISTOÏDE (*kieselschieffer*,  
E e 4

*lydischer stein*) se rencontre en bancs subordonnés puissans et suivis, 1°. dans les phyllades primitifs, 2°. dans les psammites et les phyllades dits de transition. Dans le premier cas, on observe aussi de nombreux passages de jaspe schistoïde au schiste et au phyllade.

XII. Le QUARTZ semble disposé en bancs :

- 1°. Dans le gneiss ;
- 2°. Dans le micaschiste ;
- 3°. Dans le phyllade primitif ;
- 4°. Dans le schiste de transition.

Nous avons observé que souvent, quoique tout d'ailleurs indique ce gisement, il est assez singulier que des bancs puissans de quartz ne se montrent que sur les hauteurs, et qu'on ne les retrouve pas dans les vallées, en suivant leur direction présumée. Nous avons vu aussi le quartz disposé en bancs horizontaux, dans l'hyalomicté, alternant avec un granite altéré, et exploité pour les minerais d'étain qu'il renferme. Enfin, il faut rappeler que le quartz constitue, ou seul, ou mélangé d'autres substances, de nombreux filons, dans le gneiss, le micaschiste, et le phyllade.

XIII. LES PORPHYRES. Ils nous ont présenté six formations principales ;

- 1°. En bancs dans le gneiss ;
- 2°. En bancs plus nombreux dans le phyllade primitif (1) ;

(1) Je n'ai point observé, dans l'Erzgebirge, de porphyre dans le micaschiste ni sur le micaschiste, au lieu que ces deux relations de gisement sont fréquentes entre le porphyre et les gneiss et phyllades.

3°. Recouvrant les gneiss et les phyllades en gisement *différent* et *transgressif* (*abweichende übergreifende lagerung*). Cette formation est la plus étendue ;, et, par cette raison, on la considère comme la principale formation des porphyres primitifs. Il semble résulter du mode de gisement de cette roche, qu'on ne peut pas la regarder comme contemporaine à la formation de la syénite, dont la superposition aux phyllades n'est point *transgressive*. Le porphyre constitue presque toujours les sommets, et seulement les sommets des montagnes ; très-rarement il recouvre les flancs des terrains auxquels il est superposé. Nous avons remarqué une ressemblance singulière entre la forme des sommets porphyriques et celle des sommets quartzeux d'une part, et, d'autre part, des sommets basaltiques. Ce porphyre n'est pas stratifié, et ne renferme point de bancs subordonnés. Dans une seule localité, on y a remarqué des filons de minerai d'argent et de plomb. Dans une autre endroit, il est traversé par de nombreux petits filons d'étain, dont la réunion forme, dit-on, *l'amas entrelacé (stockwerck) d'Altenberg*, amas dont la masse, presque entièrement quartzéuse, semble cependant se fondre, par des nuances insensibles, dans la pâte du porphyre qui l'encaisse.

4°. Le porphyre syénitique et la syénite porphyroïde nous ont paru d'une formation à peu près contemporaine à celle du porphyre commun. On y a aussi exploité, près d'*Altenberg*, des filons de minerai d'étain.

5°. Reposant sur le gneiss, d'une manière

qu'on n'a pas pu reconnaître, et renfermant des bancs d'anthracite exploités.

6°. Des porphyres plus nouveaux se rencontrent abondamment dans les terrains secondaires auxquels ils paraissent évidemment appartenir. Ils font probablement partie de la formation très-étendue et très-diversifiée, connue sous le nom de *grès-rouge* (*todte liegende*). Souvent ces porphyres sont stratifiés, souvent leur pâte devient moins consistante et plus grossière, et ils passent à l'*argilophyre* (*thonporphyr*) et à l'*argilolite* (*thonstein*). Quelquefois aussi ils renferment, soit de petits filons ou des espèces de noyaux d'agate ou de jaspé, soit des fragmens roulés de gneiss et d'autres roches. Ailleurs, au contraire, ils n'offrent aucun de ces caractères; ils ressemblent entièrement aux porphyres les plus anciens, et leurs relations de position seules obligent de les rapporter à des formations nouvelles.

Rappelons ici que, dans tout le Nord de l'Allemagne, il passe pour certain, chez les mineurs, que le porphyre accompagne presque toujours la houille, et que dans plusieurs localités, en Saxe et en Silésie, un porphyre très-caractérisé et très-dur, est regardé comme superposé au terrain houiller.

Rappelons aussi que le mode de gisement de nos premières formations de porphyre n'est pas considéré comme certain par tous les minéralogistes; que quelques-uns supposent *en filons* ceux que nous regardons comme disposés *en bancs*; que d'autres, au contraire, regardent comme formant peut-être des *bancs* très-

puissans, ceux que nous avons présentés comme recouvant seulement à leur sommet les montagnes de gneiss et de phyllades. Remarquons que le gisement du porphyre à anthracite n'est que présumé; remarquons, enfin, que des hommes, dont l'opinion est de quelque poids, ne croient pas à la *ramification entrelacée* de l'amas stamniifère, ni à l'existence de véritables filons, dans le porphyre d'*Altenberg*.

Nous concluerons, de ces observations, que l'histoire du porphyre est encore moins connue que celle des autres roches, et qu'il faudra encore beaucoup observer avant d'acquiescer les données nécessaires pour établir et classer, avec quelque degré de certitude, les diverses époques de formation auxquelles on peut la rapporter.

XIV. LE CALCAIRE. Nous l'avons observé,

- 1°. En bancs, dans le gneiss;
- 2°. En bancs très-nombreux, dans le mica-schiste;
- 3°. En bancs, nombreux aussi, dans le phyllade primitif;
- 4°. En banc dans la syénite.

Nous avons vu que, dans ces diverses formations, le calcaire est saccharoïde, passant quelquefois presque au compact, par l'extrême finesse de son grain; que la constance des bancs calcaires, sur une même direction, dans une longueur de plusieurs lieues, est souvent remarquable; que ce calcaire renferme quelquefois du mica, du talc, de l'amphibole, des pyrites, etc. Que ces diverses substances, ainsi que la quartz et le diabase, forment souvent de petits bancs subordonnés dans les bancs cal-

caires ; enfin , que ces bancs s'imprègnent quelquefois , dans une partie de leur épaisseur , de fer oxydulé , de minéral de cuivre et de plomb , de blende , de pyrites , etc. , de manière à pouvoir être exploités comme gîtes de minerais (1).

5°. En bancs dans les terrains dits de transition , et alternant avec le psammite et les schistes argileux. Il est ici , ou compact , très-stratifié , et veiné onduleusement de schiste plus ou moins talqueux , ou sans stratification distincte , et renfermant beaucoup de parties spathiques qui paraissent être des vestiges de corps organisés , remplacés par une infiltration cristalline.

6°. Nous n'avons observé aucun calcaire que nous puissions rapporter aux formations secondaires généralement répandues , mais seulement une formation regardée comme particulière à la vallée de l'Elbe , désignée , dans les environs de Dresde , sous le nom de *Plaener* , calcaire argileux et sableux grossier , renfermant , à ce qu'on assure , des débris de madrépores et de millépores , et reposant , en bancs horizontaux , sur les terrains primitifs qu'il recouvre immédiatement.

XV. Jetons un coup d'œil général sur les terrains désignés par les Allemands , sous le nom de terrains de TRAPP. Nous avons remarqué (2) :

(1) Le même fait se présente , dit-on , dans les Alpes Piémontaises.

(2) Quelques minéralogistes comprennent aussi , dans la série des formations trappéennes , les *amphibolites* que j'ai classés séparément sous le n°. X.

1°. La *diabase schistoïde* (*grünsteinschiefer*) , en bancs puissans et étendus dans le micaschiste et les phyllades primitifs , et quelquefois paraissant intermédiaire entre ces deux terrains. Nous y avons observé des filons métalliques qui , dans certains cas , traversent cette roche comme le micaschiste dans lequel elle est encaissée ; et , dans un autre cas , ne sont , dit-on , en exploitation que dans la *diabase schistoïde* , et ne pénètrent pas dans les phyllades qui la recouvrent. Quelque peu de confiance que mérite peut-être cette assertion de mineurs , j'ai cru devoir la rapporter , ne fut-ce que pour engager les minéralogistes à la vérifier , lorsque l'état des mines de *Gersdorf* le permettra.

2°. La *diabase grenue* (*grünstein*) , en bancs dans le micaschiste , dans le phyllade primitif , et dans le calcaire subordonné à ces deux terrains.

3°. La *diabase grenue* (*grünstein*) dans les psammites et les schistes dits de transition.

4°. *Diabase* et *cornéenne* se rapprochant du basalte , en filons dans la syénite.

5°. Un terrain de *variolite* (*mandelstein*) en contact , d'une part , avec les schistes dits de transition , d'autre part , avec un bassin houiller , et dont les rapports de position avec ces deux terrains ne sont pas déterminés d'une manière positive.

Je rappellerai , à ce sujet , que la même incertitude existe , sur les relations de gisement entre des variolites de nature analogue et un bassin houiller , près d'*Ilefeld* , au pied du *Hartz* ; et que plusieurs minéralogistes regardent aussi comme très-incertaine , la position relative des

*trapps*, des *variolites*, des *phyllades* et des *grès rouges* de la vallée de la *Nahe*, dans le *Hunsdrück*.

6°. La *vake* et les *vakites*, ou roches à base de *vake*, paraissent former des bancs, peu reconnus, dans quelques terrains dits de transition, et dans le *grès rouge*. Elles forment aussi, dit-on, des bancs sous le *basalte* de diverses montagnes. Elles constituent, dans les environs de *Carlsbad*, des bancs appuyés immédiatement sur le granite.

7°. La *vake* et les *vakites* forment des filons nombreux dans le *gneiss*, le *micaschiste* et le *phyllade*, filons qui, tantôt accompagnent, tantôt encaissent, tantôt traversent et coupent les filons métalliques.

8°. Les mêmes roches forment aussi, dans le *phyllade*, un *amas transversal* (*stehender stock*) remarquable par la grande quantité de débris de végétaux qu'il renferme.

9°. Les *basaltes*, qui recouvrent les sommets de plusieurs montagnes de l'*Erzgebirge*, et qui sont en grande abondance dans le Nord de la Bohême, reposent, dit-on, sur le granite, sur la *vake*, sur le calcaire, sur le grès blanc. Je m'abstiens de toute réflexion sur cette roche, qui mérite un examen tout-à-fait particulier.

XVI. LES PSAMMITES ET LES GRÈS. Nous avons observé :

1°. Un véritable psammite à grains fins (*feinkornige grauwacke*) et un phyllade psammitique (*grauwackenschieffer*), en bancs subordonnés peu considérables, dans les phyllades primitifs auxquels est superposé le granite de la troisième formation.

2°. Des psammites quartzeux (*grauwacke*) de toutes les grosseurs de grain, passant d'une part aux psammites schistoïdes (*schieffrige grauwacke*), et, d'autre part, aux poudingues argileux (*grosskornige grauwacke*), en couches puissantes et étendues, recouvrant les terrains primitifs en *gisement concordant*, sur la pente *Nord-Ouest* du premier groupe, aussisur la pente *Nord-Ouest* du second, et sur la pente *Sud-Est* du troisième. Ils renferment, comme bancs subordonnés, des schistes de transition, des diabases, des jaspes schistoïdes et du calcaire. Nous avons remarqué, comme fait singulier, que quelques couches de ce psammite contiennent de nombreux fragmens du calcaire qui les recouvre. Il est remarquable encore, que cette formation n'est traversée, dans l'*Erzgebirge*, par aucun filon métallique connu, tandis que dans d'autres pays, dans le *Hartz*, par exemple, elle en renferme une grande quantité qui donnent lieu à de nombreuses et célèbres exploitations.

3°. Des psammites micacés ou *grès des houillères*, alternant avec des schistes argileux et des houilles, et superposés, soit en *gisement concave* (*muldenformig*), au porphyre commun, soit en *gisement concordant* (*gleichformige Lagerung*) aux terrains dits de transition, qui le sont de la même manière aux terrains dits primitifs. Nous voyons donc que cette superposition *concordante* s'étend depuis le micaschiste jusqu'au terrain houiller.

4°. J'ai désigné sous le nom de *grès rouge*, les *psammites rougeâtres*, *pséphites*, *poudingues psammitiques* (*rothliegende et conglomerat*), qui appartiennent probablement à

une seule et même formation dont les relations de gisement avec le terrain houiller ne sont pas bien déterminées (1), mais qui paraît, du reste, au-dessous de tous les autres terrains désignés sous le nom de *secondaires*. Nous avons vu, par des exemples tirés d'autres pays, que cette formation, très-étendue et très-variée, paraissait comprendre beaucoup de terrains divers qu'on ne lui avait pas rapportés jusqu'ici. Dans l'Erzgebirge, nous l'avons reconnue, en deux endroits, en bancs puissans disposés *en gisement concave* (*muldenformig gelagert*), entre les montagnes primitives et sur leurs flancs. Nous avons sur-tout remarqué le grand bassin situé entre le premier et le troisième groupe, et rempli ainsi par le *grès rouge*, sur plus de quinze lieues de longueur.

5°. Le grès blanc (*quadersandstein*), passant quelquefois au poudingue siliceux, forme des masses considérables de montagnes, au Nord-Est et au Sud-Est de l'Erzgebirge, et pénètre même un peu dans l'intérieur de la contrée formée par le gneiss sur lequel il repose. Nous y avons cité des coquilles fossiles, trop vaguement désignées pour pouvoir servir à classer cette formation; de plus, d'un côté, des indices de houille, et, dans un autre endroit, des couches de houille exploitées.

6°. Enfin, le grès des environs de *Carlsbad* mérite une mention spéciale. Nous avons vu que tantôt il était friable, et renfermait des

(1) Quelques géognostes pensent que la principale formation de *terrain houiller* appartient, comme *terrain subordonné*, à la formation du *grès rouge*.

empreintes

empreintes de végétaux, et tantôt, au contraire, il était dur, à grains fins et serrés, sans aucun indice de corps organisés; que cette dernière variété, qui constitue peut-être une formation particulière, se rencontrait avec les basaltes, non-seulement dans le Nord de la Bohême, mais dans plusieurs autres contrées formées de ces terrains, appelés par beaucoup de minéralogistes, *terrains volcaniques*, et par d'autres, *terrains de trapps secondaires*. Remarquons que cette formation de grès est au moins évidemment différente de celle du *grès blanc* (*quadersandstein*), puisque celle-ci renferme une formation de *houille*, tandis que le grès des environs de *Carlsbad* paraît recouvrir la formation de *lignite* de ce pays.

XVII. LES HOUILLES, ou plutôt les COMBUSTIBLES CHARBONNEUX (*steinkohle*). L'Erzgebirge renferme :

1°. L'*anthracite* (*schieffrige glanzkohle*), en bancs dans un porphyre qui paraît superposé au gneiss, mais dont on ignore du reste les relations de gisement et, par conséquent, l'époque de formation.

2°. Les *houilles* de la formation principale (*schiefferkohle* et *pechkohle*). Nous avons observé un bassin houiller disposé en *gisement concave* dans le porphyre commun; un autre, recouvrant, en *gisement concordant*, des terrains dits de transition qui sont superposés, de la même manière, aux terrains dits primitifs. Nous avons vu que ce bassin houiller était en contact, d'une part, avec le *grès rouge*, de l'autre, avec des variolites (*mandelstein*), sans qu'on ait pu, jusqu'à présent, déterminer d'une

manière précise les rapports de position entre ces trois terrains. Enfin, un troisième bassin, plus en contact encore avec le *grès rouge*, nous a offert la même incertitude.

Dans ces trois cas, la houille alterne avec des psammites micacés et des schistes argileux (*schiefferthon*) renfermant des empreintes de fougères et autres vestiges de corps organisés propres aux terrains houillers; elle éprouve, dans son allure, des accidens nombreux, parmi lesquels il faut citer particulièrement les *barremens* multipliés, formés par des espèces de filons de schiste argileux micacé.

3°. La formation de *houille du grès blanc*. Nous en avons remarqué des couches exploitées, et cité ailleurs des indices. Ici, point de psammites, et point d'empreintes de végétaux analogues aux précédentes.

4°. L'Erzgebirge ne renferme point de *lignite (braunkohle)*, mais on en rencontre en abondance dans le Nord de la Bohême, ainsi que dans les plaines de la Saxe. Les premiers semblent placés sous les grès des terrains basaltiques.

L'ensemble des observations, dont je viens de retracer un aperçu rapide, présente, dans le pays de l'Europe le plus étudié sous le rapport géognostique, quelques faits qui paraissent constatés, et un grand nombre d'incertitudes. Nous avons même vu qu'une partie de ces faits, que nous regardons comme prouvés, sont révoqués en doute encore aujourd'hui par

plusieurs minéralogistes. Nous sommes ainsi naturellement ramenés aux considérations exposées dans l'introduction de ce Mémoire. Nous voyons que la géognosie des terrains anciens se réduit aujourd'hui à peu près aux principes de l'art d'observer. Observons donc, et ne faisons point de systèmes. Rassemblons des matériaux, avant de vouloir construire un édifice; et, s'il est permis de faire ressortir, dans la dénomination de la science, une différence, qui, jusqu'à ces derniers tems, aurait pu caractériser assez bien la différence de manière dont la science était cultivée en Allemagne et en France, j'ajouterai: Ne faisons, pendant long-tems encore, que de la *géognosie*, si nous voulons qu'on puisse faire un jour de la *géologie* raisonnable.

---

 ADDITIONS A L'ARTICLE

## SUR LES BATEAUX A VAPEUR (1).

(Cet article a été inséré dans le n°. 225 de ce recueil).

---

## I. Extrait d'une Notice sur les Bateaux à vapeur.

Nous avons pensé que quelques détails ultérieurs sur les *bateaux à vapeur*, pourraient fixer l'attention de ceux de nos lecteurs qui se sont occupés avec intérêt de cette invention nouvelle, à l'occasion du voyage que M. Weld a fait de *Dublin à Londres*, dans une de ces embarcations (2). Les nouveaux détails que nous plaçons ici sont dus à M. Buchanan, ingénieur civil, et auteur d'un *Traité sur l'Economie du combustible*, et sur l'emploi de la vapeur pour le réchauffement.

Déjà, en 1801, on essaya, sur les canaux de navigation qui joignent le Forth et la Clyde, un bateau mu par l'action de la vapeur; mais cette tentative n'eut pas de suite, parce que l'agitation que produisait le mouvement rapide du

---

(1) Ces additions, ainsi que l'article dont il s'agit, sont extraits de la *Bibliothèque Britannique*.

(2) Voyez pag. 175, du n°. 225.

bateau dans un canal étroit menaçait de détériorer ses bords; et cette objection subsiste encore relativement aux canaux artificiels maintenant si communs en Angleterre; il est possible que la plus grande largeur de ceux qu'on a creusés dans d'autres pays les mît à l'abri de cet inconvénient.

Le premier bateau à vapeur qu'on ait construit en Amérique (et c'est là que les premiers ont paru), fut lancé à New-York, le 3 octobre 1807, et commença à voyager sur la rivière entre cette ville, et Albany, distante de cent vingt milles (quarante lieues).

Le premier essai, un peu en grand d'un bateau à vapeur sur la Clyde, eut lieu seulement cinq ans après, en 1812. On en établit un, d'environ quarante pieds de quille sur dix et demi de largeur. Il avait une machine à vapeur équivalente seulement à trois chevaux; et elle faisait le service d'une diligence d'eau pour les passagers. Depuis cette époque, le nombre de ces embarcations s'est accru par degrés.

Outre trois, qui ont été emmenées ailleurs, il y en a six actuellement qui font le service de la rivière, dont deux portent des marchandises, outre les voyageurs; on a augmenté peu à peu leurs dimensions, ainsi que la force des machines qui les font mouvoir; on en construit actuellement (1) de plus grandes encore, auxquelles on adapte des machines plus puissantes, une

---

(1) Au commencement de 1815.

entre autres, de près de cent pieds de long sur dix-sept de large, dont la machine à feu équivaldra à vingt-quatre chevaux; et une de même grandeur, mais dont la machine représentera trente chevaux. Tous ces bâtimens sont disposés et meublés avec beaucoup d'élégance, et leur extérieur est même fort soigné. On y trouve des livres, et toutes les feuilles périodiques pour l'amusement des passagers; et les rafraîchissemens dont on peut avoir besoin dans un voyage d'environ vingt-six milles par eau. Il n'est que de vingt-quatre par terre.

On parcourt la distance entre Glasgow et Greenock, en y comprenant quelques stations intermédiaires, en trois ou quatre heures; les bâtimens prennent, quand ils le peuvent, l'avantage de la marée; mais, comme ils partent à des heures différentes, ils font souvent une partie, ou la totalité de la route, contre la marée. On en a vu faire le voyage en deux heures et un quart, favorisés par la marée, mais contrariés par une brise modérée. On accorde au *mailcoach*, la voiture de poste ordinaire, trois heures et demie pour faire cette route, mais, dans des cas extraordinaires, des postillons l'ont faite en deux heures et demie.

Dans les commencemens, la nouveauté du véhicule, et l'espèce de danger auquel on croyait qu'il exposait les voyageurs en rendait le nombre si peu considérable, que le seul bateau à vapeur qui fût établi sur la rivière pouvait à peine faire ses frais. Mais ces préventions ne

tardèrent pas à se dissiper, et elles furent remplacées par une confiance telle, que le nombre des passagers qui voyagent actuellement dans ces bateaux, paraît incroyable à ceux qui n'en ont pas été les témoins. Non-seulement la route par terre, entre ces deux villes, est presque abandonnée; mais la communication entre elles s'est prodigieusement accrue, à raison de la facilité et du bon marché des transports. On a vu souvent, lorsque le tems est beau, de cinq à six cents personnes partir de Glasgow pour Port-Glasgow, et Greenock, et revenir le même jour. Un seul bateau a transporté jusqu'à deux cent quarante-sept passagers à la fois. On peut se faire une idée de la multiplication qui a eu lieu dans les communications à raison de ces nouveaux véhicules, en comparant ces nombres à ceux des voyageurs ordinaires dans les anciens bateaux; on n'en voyait guère plus de cinquante de ceux-ci, et autant en retour, dans les plus beaux jours d'été, et ils appartenaient aux classes inférieures du peuple. On peut y ajouter quatre voitures à six places chacune, et autant en retour.

Dans la belle saison, l'agrément seul du voyage, et la beauté des paysages sur la route, attire un grand nombre d'amateurs; la facilité du passage, a augmenté le nombre des personnes qui viennent prendre les bains de mer aux environs de Greenock, au-delà de ce qu'on aurait pu prévoir.

L'aspect du pays, déjà très-beau dans les environs de Glasgow, devient de plus en plus pittoresque, à mesure qu'on descend la rivière,

et il devient admirable, lorsqu'on arrive à la vue des hautes montagnes de l'Ecosse occidentale.

On a projeté divers moyens d'application de la force de la vapeur à la navigation; on a fait plusieurs essais de ces moyens; mais les bâtimens sur la Clyde sont tous construits sur le même principe; c'est-à-dire, des roues à aubes, semblables à celles des moulins que l'eau frappe en-dessous; il y a une de ces roues de chaque côté du bâtiment, et elles sont mises en action par une manivelle, que le *va-et-vient* du piston de la machine fait mouvoir. Le jeu de l'appareil est regularisé, comme à l'ordinaire, par un volant.

II. *Extrait d'une lettre écrite de Liverpool à M. WELD, à l'occasion de son voyage de Dublin à Londres, etc.*

... « Je vous envie, à la lettre, chaque pas de votre voyage de Dublin à Londres. Celui que je viens de faire de Dublin à Bristol a été très-différent du vôtre. J'étois embarqué sur un bricq, bien lotird, bien chargé, mal manœuvré, et encombré de passagers. Pendant trois jours, la mer était unie comme une glace; et nous, fixes comme un loch (1). Dans une

(1) Petit flotteur triangulaire qu'on jette à la mer, et qui

soirée très-agréable par la beauté du tems; il s'en est bien peu fallu que nous ne fussions jetés sur ces terribles rochers qui sont près de Milford; j'avais déjà sorti de mon port-manteau, mon argent et ce que j'avais de plus précieux; nous avons essayé de résister au courant en jetant l'ancre; mais deux de nos câbles avant déjà été coupés par les rochers, et le troisième n'aurait probablement pas résisté long-tems, lorsque très-heureusement une brise vint nous tirer d'affaire, après trois heures d'angoisses dans cette situation périlleuse. Un pareil incident n'aurait pas pu arriver à un bateau à vapeur; cependant, je n'aimerais pas ce genre d'embarcation sur une mer violemment agitée. J'ai trouvé à Bristol de fortes préventions contre ces bâtimens, parce que celui qui naviguait sur la Wye ou la Saverne, a été détruit par l'explosion du cylindre ou de quelque autre partie de l'appareil. L'accident eut lieu fort près du bord de la rivière, en sorte que les passagers eurent justement le tems de sortir du bateau avant qu'il s'enfonçât. Cet accident peut avoir été la suite d'un défaut de précaution ou d'expérience; et je ne doute point que ces bateaux ne deviennent d'un grand usage, malgré l'accident de Bristol. Nous en avons un à Liverpool, qui va de la ville jusqu'à Runcorn; mais c'est un petit bâtiment très-légerement construit, déjà vieux, et peu adapté

y demeure stationnaire, ou à peu près, pendant que le fil qui y est attaché, se dévidant par le sillage du vaisseau, sert à mesurer sa vitesse.

à cet usage. On lit fréquemment dans la gazette de Carrick, à Dublin, des articles sur ce sujet; et, récemment, deux lettres, dans lesquelles l'auteur (M. Dodd) parle de vous et de MM. Weld comme ayant été très-satisfait de la marche de son bâtiment. Il a annoncé le projet d'établir, au printems prochain, des bateaux à vapeur entre Holyhead et Dublin; je gagerais volontiers que, dans moins de trois ans, il y aura une communication régulière établie, par le moyen de ces bateaux, entre Liverpool et Dublin. On me dit qu'on se dispose à en établir sur le Rhin et sur l'Elbe. Je crois qu'ils auraient, sur ce dernier fleuve, des avantages particuliers: par exemple, entre Cuxhaven et Hambourg, sur une distance de soixante et quinze milles. Ces mêmes bateaux seraient aussi fort commodes entre Hambourg et Haarbours, comme aussi de Hambourg, en remontant l'Elbe, jusqu'assez avant dans le pays.

### III. *Extrait du London Chronicle* (1).

Pendant les tems orageux qu'on a éprouvés dans le mois de septembre dernier, aux États-Unis, on a fait à New-York l'essai d'un bâtiment à vapeur, entre cette ville et New-Haven, dans une mer qui était fort houleuse, à cause d'un courant rapide contre lequel soufflait un

(1) Publié à Paris, en novembre 1815.

vent violent. Le bâtiment a parcouru 97 milles en six heures cinquante minutes (environ 14 milles par heure), et il est revenu à peu près dans le même tems, avec deux cent huit passagers. On a ainsi prouvé, jusqu'à l'évidence, que les bateaux à vapeur peuvent faire route contre le vent et la mer, et qu'ils offrent plus de sûreté que les autres bâtimens de même grandeur. Une compagnie formée à New-York, fait construire un bâtiment sur le même plan, pour servir de paquebot entre cette ville et Charlestown, dans la Caroline Méridionale; et s'il réussit (ce dont on ne peut guères douter), cette même compagnie annonce l'intention de faire construire un bâtiment du même genre destiné à passer des États-Unis en Europe.

## NÉCROLOGIE.

L'ART des Mines, et le Corps des Mines ont fait en France des pertes sensibles qui n'ont point encore été annoncées dans ce journal ; nous allons tâcher de réparer cette omission.

M. Le  
Febvre  
d'Hellancourt,  
Membre du  
Corps des  
Mines.

Antoine-Marie *Lefebvre d'Hellancourt*, né à Abbeville, département de la Somme, le . . . . . 1759, était fils d'un notaire, président des traites avant la révolution ; après avoir suivi, à Paris, les études relatives au génie militaire, Lefebvre était, en 1782, au moment d'être placé dans le corps des ingénieurs des camps et armées du roi, lorsqu'il apprit que l'on alloit redonner de l'activité aux mines de France ; un goût irrésistible le porta vers cette partie, qui devait lui avoir tant d'obligations : il se présenta à l'École Royale des mines, et y fut admis à l'époque de sa formation.

Le Gouvernement venait de choisir deux sujets pour être envoyés en Allemagne, à l'effet d'y profiter des grands modèles que présente ce pays pour l'exploitation des mines et la minéralogie ; Lefebvre - d'Hellancourt demanda à les accompagner à ses frais.

Il partit en 1783 comme élève du Gouvernement ; visita la *fonderie de canons* de Louvain, les *mines de houille de Liège*, les *manufactures d'aiguilles d'Aix-la-Chapelle*, les *mines de plomb, de cuivre et de fer* des environs de Namur et des bords du Rhin, les

*mines de plomb* de la Hesse : de là il passa en Carinthie, en Styrie, et en Carniol, où il examina avec soin les *mines de fer et de plomb* de ces pays renommés, ainsi que les nombreuses *fabrications de fer, d'aciers, de faux et d'outils*. Il suivit le cours de la célèbre école de *Schemnitz* en haute Hongrie.

Lors de son retour en France, il présenta à l'intendant des mines, conjointement avec ses deux collègues, des Mémoires sur ces divers établissemens, accompagnés d'un grand nombre de plans. Il remit pareillement plusieurs Mémoires, fruits de ses observations particulières, contenant la description d'une partie des *chaînes des Krapachs*, qui séparent la Pologne de la Hongrie ; celle de la *mine d'or et d'antimoine* de Bodsza qu'elle renferme ; la description du gisement du titane oxydé en cristaux articulés (connu alors sous le nom de *schorl-rouge*), qu'il trouva dans la seconde chaîne de ces montagnes (1). Il déposa à l'Administration, des tableaux relatifs à la *mine de cuivre de Herregrund* en Hongrie, à celle de *sel gemme de Wielitska* en Pologne ; il présenta la description de la *mine de fer de Rhonitz* et du *Cirque* en haute Hongrie ; celle de la *montagne de Calvari-Berg*, près et au Nord de la ville de *Schemnitz*, qu'il reconnut le premier pour être *volcanique*, et sur laquelle il présenta un Mémoire à l'Académie Royale des Sciences, en juin 1788 ; il donna la description du *travail des fonderies de Schemnitz pour la séparation de l'argent, du plomb*

(1) *Journal des Mines*, n°. 12, pag. 49 et suiv.

et du cuivre ; et celle des travaux de Kremnitz pour le travail des monnaies, et pour le lavage et la concentration des pyrites aurifères (1).

Peu après son retour, il fut nommé ingénieur, et dès-lors regardé comme un des sujets les plus distingués du Corps des Mines ; il composa alors plusieurs Mémoires minéralogiques, dont les principaux sont relatifs aux mines de fer d'Allevard (Isère), et au cours de la Romanche (Hautes-Alpes) (2).

Pendant une carrière de trente années, d'abord comme ingénieur, comme conseiller des mines, jusqu'en 1810, époque de la nomination d'un conseiller d'état directeur général ; enfin, comme inspecteur général des mines, il n'a cessé de s'occuper des travaux les plus utiles aux progrès de l'art et de l'administration des mines. Appliqué spécialement à cette dernière partie, il a, dès 1791, à l'époque de la discussion de la première loi sur les mines, fait connaître, l'un des premiers, par plusieurs Mémoires lumineux, l'importance pour la prospérité de l'État, d'une bonne administration des mines, et l'utilité dont le Corps des Mines pouvait être pour la direction et l'inspection des exploitations.

Il a été le principal rédacteur de l'instruction ministérielle sur la loi du 28 juillet 1791, publiée en 1801 ; il le fut de celle sur la loi du 21 avril 1810, imprimée par ordre du Ministre le 3 août suivant. Pendant l'intervalle de ces deux

(1) Il existe dans le cabinet formé par M. Sage, à la Monnaie, un modèle exécuté d'après ses dessins.

(2) *Journal de Physique*. Juillet 1816.

instructions, il a publié, dans le n°. 59 du *Journal des Mines*, des notes relatives aux richesses minérales de la France, et dans le n°. 60, des considérations sur la législation et l'administration des mines ; dans lesquelles, après avoir décrit la manière d'être des diverses substances minérales dans le sein de la terre, il en conclut : « que le meilleur mode » d'exploitation est celui qui est combiné par » rapport aux dispositions reconnues des mi- » nerais, et aux circonstances locales ; obser- » vant que le traitement de la plupart de ces » substances exige l'étude approfondie de leurs » propriétés physiques, et d'autres connais- » sances qui ne sont pas communément répandues, et que peu de particuliers seulement » sont à portée d'acquérir ».

Enfin, il a fait paraître, en 1802, dans le même journal, n°. 71 et 72, un travail précieux et très-étendu sur les mines de houille exploitées en France, sur leurs produits, et les moyens de circulation de ces produits.

Tous ceux qui ont connu Lefebvre-d'Hellancourt ont admiré ses vastes connaissances législatives, son désintéressement sans bornes, la pureté de ses principes ; ils ont honoré la ténacité, même, qu'il mettait dans ses opinions, comme étant chez lui le sentiment de l'homme juste, qui n'écoute que la voix de sa conscience.

Dans sa vie privée, Lefebvre, bon mari, bon père, peu répandu au dehors, partageait son tems entre le travail, deux enfans chéris, et un petit nombre d'amis, qui trouvaient chez lui une sensibilité et un intérêt bien rare à

rencontrer. Depuis long-tems atteint d'une maladie de langueur, il devint plus retiré encore; l'exercice du corps, et le repos de l'esprit lui auraient été nécessaires; mais son attachement à ses devoirs, et la force de son caractère, lui cachaient la faiblesse de ses forces physiques.

Il a trop peu songé à sa propre conservation, pour l'État, pour ses parens, pour ses amis; et, après de longues souffrances, une mort prématurée l'a enlevé, à peine âgé de 54 ans, le 9 janvier 1813 (1).

G. L.

(1) Depuis long-tems son ami, et le compagnon de ses travaux, j'ai vu sa santé s'altérer de plus en plus par le travail: j'ai eu la douloureuse consolation de jeter quelques fleurs sur sa tombe, et j'espérais alors donner une Notice de ses travaux dans le *Journal des Mines*; mais malade moi-même, j'ai été obligé de voyager pour ma santé, et d'aller prendre des eaux minérales en Savoye. Après une longue absence, des circonstances extraordinaires se sont succédées avec tant de rapidité, que ce n'est qu'aujourd'hui que j'ai pu remplir ce devoir cher à mon cœur, (*Note de M. Gillet-Laumont*).

EXTRAIT

EXTRAIT

D'une lettre de M. DE BLAGDEN à M. BIOT, sur  
une Lampe de sûreté à treillis métallique.

DANS une lettre que j'ai écrite dernièrement au baron de Lenert, je donnais le détail d'une *lampe à fils*, ou mieux à *treillis métallique*, imaginée par M. Davy, pour prévenir l'explosion du gaz inflammable dans les mines de charbon. Le procédé consiste à entourer la chandelle, ou la lampe, d'un treillis de fils métalliques, dont les interstices sont, dit-on, de  $\frac{1}{12}$  ou  $\frac{1}{15}$  de pouce; mais il est plus sûr de les faire de  $\frac{1}{20}$  ou  $\frac{1}{25}$ . L'espèce de cage qui en résulte est fermée à son fond, mais son sommet est tissu en fil, de même que ses côtés. Si l'atmosphère dans laquelle la lampe est plongée vient à se mêler d'air inflammable, cet air brûle dans la lampe et agrandit la flamme; mais l'inflammation ne se communique point à l'air qui environne la cage. Quelle est la théorie que vous et vos amis de France vont former de ce phénomène? J'entends dire que cette nouvelle lampe a été essayée dans les mines de charbon avec beaucoup de succès, et l'invention en sera d'une grande utilité pour le travail de ces mines; mais je ne peux pas m'empêcher de craindre que son usage, comme celui de toute autre *lampe de sûreté*, ne détourne l'attention des propriétaires de mines, d'une autre recherche qui serait d'une bien plus grande importance; je veux dire le renouvellement de l'air dans les mines.

Le Corps des Mines vient de perdre, le 6 du mois de décembre 1815, M. Collet-Descostils, ingénieur en chef; nous donnerons incessamment une Notice sur les travaux de cet habile chimiste.

Volume 38, n°. 228.

G g

## TABLE DES ARTICLES

CONTENUS dans les six Cahiers du Journal des Mines, formant le second Semestre de 1815, et le trente-huitième volume de ce Recueil.

N<sup>o</sup>. 223. JUILLET 1815.

- SECONDE suite du Mémoire sur la loi de Symétrie; par M. *Hauy*. — Application au Pyroxène. . . Page 5
- NOTICE sur les Mines de cuivre pyriteux de *Zamabor*, situées dans l'intendance de *Carlstadt*. (Croatie civile). . . . . 35
- RÉFUTATION de l'hypothèse d'un auteur anonyme sur la formation des Vallées; par M. *J. André Deluc*, le jeune. . . . . 57
- Sur les Roches conglomérées, ou bréchi-formes; par le Professeur *Jameson*. (Mémoires de la Société Wernérienne). (Traduction). . . . . 69
- LETTRE de M. *Lehot* à M. *Pictet*, Professeur de philosophie, sur le mouvement spontané de corps flottans. 75

N<sup>o</sup>. 224. AOUT 1815.

- EXTRAIT d'un Mémoire de Sir *Humphry Davy*, sur les couleurs que les anciens employaient en peinture. P. 81
- Sur les Roches conglomérées, ou bréchi-formes; par le Professeur *Jameson*. (Mémoires de la Société Wernérienne). (Traduction). . . . . 87
- NOTICE sur des Agates présentant, par une disposition artificielle, l'aspect des corps organisés; par M. *Gillet-Laumont*, Inspecteur-général au Corps royal des Mines. . . . . 97
- Sur l'application du calcul des probabilités à la philosophie naturelle; par M. *Laplace*. . . . . 99
- Sur la cause de la coloration des corps; par M. *Biot*. 109
- Sur une manière d'imiter artificiellement les phénomènes des couleurs produites par l'action des lames minces de mica sur des rayons polarisés; par *le même*. . . . 112
- RECHERCHES chimiques sur l'acide chlorique; par M. *Vauquelin*. Extrait. . . . . 121
- Sur les moyens de produire une double distillation à l'aide de la même chaleur; par M. *Smithson Tennant*. 129
- ESSAI des Minerais de fer d'*Allevard* (département de l'Isère) dans des forges catalanes du département de l'Arrière. . . . . 132
- ORDONNANCE du Roi qui réunit la Direction générale des Mines à celle des Ponts-et-Chaussées. Au Château des Tuileries, le 17 juillet 1815. . . . . 160

N<sup>o</sup>. 225. SEPTEMBRE 1815.

- TROISIÈME et dernière suite du Mémoire sur la Loi de Symétrie; par M. Haüy. — Application à la Diallage. . . . . Page 161
- QUELQUES détails sur un passage de Dublin à Londres, dans un bâtiment mû par une machine à vapeur; communiqués au Professeur Pictet, l'un des Rédacteurs de la *Bibliothèque Britannique*; par M. Isaac Weld. (Traduction). . . . . 175
- HAUTEURS des principales montagnes du globe au-dessus du niveau de l'Océan. Extrait de l'*Annuaire* présenté au Roi, par le Bureau des Longitudes. . . . . 200
- PHÉNOMÈNES de polarisation successive, observés dans des fluides homogènes; par M. Biot. . . . . 205
- SUR la nature de certains grès modernes; par M. Voigt; avec des observations par M. d'Aubuisson, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines. . . . . 211
- SUR les Eaux minérales des Hautes et Basses-Pyrénées. 227
- NOTE sur un Aérolithe tombé en Moravie, et sur une Masse de fer natif tombée en Bohême; par M. Gillet-Laumont. . . . . 232
- NOTE sur les Mines de plomb de *Northumberland*. . . . . 238
- NOTE sur le Plomb de la Chine. . . . . 239

N<sup>o</sup>. 226. OCTOBRE 1815.

- NOTICE sur les dépenses et les produits de diverses méthodes employées pour fondre la galène argentifère des mines de *Viconago*, en Italie; par *Achille*, Comte de *Jouffroy*. . . . . Page 241
- ANALYSE d'un minéral du *Groënland*; par M. *Vauquelin*. . . . . 256
- ESSAI géognostique sur l'*Erzgebirge*, ou sur les montagnes métalliques de la Saxe; par *A. H. de Bonnard*, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines. — Introduction. . . . . 261
- §. I<sup>er</sup>. Groupe ou système de l'Est. . . . . 273
- NOTE sur la vertu électrique de quelques minéraux; par M. *Haüy*. . . . . 316

N<sup>o</sup>. 227. NOVEMBRE 1815.

- DESCRIPTION d'une Vis d'Archimède à double effet, destinée aux irrigations et aux épuisemens; par M. *Pattu*, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées dans le département du Calvados. . . . . 321
- SUITE de l'Essai géognostique sur l'*Erzgebirge*, ou sur les montagnes métalliques de la Saxe; par *A. H. de Bonnard*, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines. 339
- §. II. Groupe ou système du Sud-Ouest. . . . . *ibid.*

|                                                                                                                                                          |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| SUR les Substances minérales, dites <i>en masses</i> , qui servent de base aux roches volcaniques; par M. L. Cordier. Extrait par M. Brongniart. . . . . | Page 383 |
| DÉMONSTRATION générale du Théorème de Fermat, sur les nombres polygones; par A. L. Cauchy, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées . . . . .                    | 395      |
| CARTE physique et minéralogique du Mont-Blanc . . . . .                                                                                                  | 399      |

---

N<sup>o</sup>. 228. DÉCEMBRE 1815.

|                                                                                                                                                                      |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| EXTRAIT d'un Mémoire sur les Méthodes de distillation de mercure qui ont été et sont encore en usage dans le Palatinat; par M. Beurard. . . . .                      | 401          |
| FIN de l'Essai géognostique sur l'Erzgebirge, ou sur les Montagnes métalliques de la Saxe; par A. H. de Bonnard, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines. . . . . | 415          |
| §. III. Groupe du Nord-Ouest. . . . .                                                                                                                                | <i>ibid.</i> |
| §. IV. Terrains situés entre les trois groupes. . . . .                                                                                                              | 424          |
| APPENDICE. Terrains basaltiques. . . . .                                                                                                                             | 427          |
| RÉSUMÉ. . . . .                                                                                                                                                      | 429          |
| ADDITIONS à l'article sur les Bateaux à vapeur. (Cet article a été inséré dans le n <sup>o</sup> . 225 de ce recueil). . . . .                                       | 452          |
| I. Extrait d'une Notice sur les Bateaux à vapeur; par R. Buchanan. . . . .                                                                                           | <i>ibid.</i> |

|                                                                                                                                                        |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| II. Extrait d'une lettre écrite de Liverpool à M. Weld, à l'occasion de son voyage de Dublin à Londres, etc. . . . .                                   | Page 456 |
| III. Extrait du <i>London Chronicle</i> . . . . .                                                                                                      | 458      |
| NÉCROLOGIE. Notice de M. Gillet-Laumont, sur la vie et les ouvrages de M. Lefebvre-d'Hellancourt, Inspecteur-général au Corps royal des Mines. . . . . | 460      |
| EXTRAIT d'une lettre de M. Blagden à M. Biot, sur une Lampe de sureté à treillis métallique. . . . .                                                   | 465      |

---



---

 TABLE DES PLANCHES

CONTENUES dans le trente-huitième  
*Volume.*

- N<sup>o</sup>. 223. **P**LANCHE VII. Loi de Symétrie.
- 225. ——— VIII. 1<sup>o</sup>. Eoi de Symétrie.  
 . . . . . 2<sup>o</sup>. Aérolithe tombé en Mora-  
 vie, et Masse de fer natif  
 tombée en Bohême.
- 226. ——— IX. Fourneau à réverbère pour fon-  
 dre la galène argentifère des  
 mines de *Viconago*.
- 227. ——— X. Vis d'Archimède à double effet.