

leil, elle se ternissait au bout de quelques heures et prenait une teinte sale d'ocre jaune; mélangée avec d'autres couleurs, elle les dénaturait très-promptement. Il paraît que son union avec l'huile favorise cette action rapide de la lumière; car le même effet n'a pas lieu dans la peinture au lavis.

M. Massot, auquel je dois ces détails, a bien voulu enrichir ma collection de plusieurs cristallisations nouvelles; je lui dois près de la moitié de celles qui sont décrites ici. J'adresse encore de vifs remerciemens à MM. Duval frères, Töpffer et Séguin, que j'ai eu l'occasion de citer, soit dans ce Mémoire, soit dans le précédent, et qui ont ajouté de nouvelles richesses à celles que je tenais déjà de leur libéralité; c'est par leur moyen que j'ai pu obtenir sur gangue un grand nombre de modifications qui jusqu'alors ne s'étaient offertes à moi qu'en cristaux isolés.

Qu'il me soit permis, en terminant ce travail, de porter sur la tombe d'un savant célèbre le tribut de ma reconnaissance et de mes regrets. C'était sous les auspices de M. Jurine que j'avais toujours travaillé; c'était sous sa direction que j'avais entrepris mes recherches sur le plomb chromaté, dont je comptais lui faire hommage. Une mort prompte et cruelle vient de nous l'enlever; son nom sera gravé dans les fastes de la science; sa mémoire sera toujours chère à ses nombreux amis.

---

## MÉMOIRE

SUR

### LA PIERRE D'ALUN

(ALUNITE, ALAUNSTEIN) cristallisée;

PAR M. LOUIS CORDIER,

Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines (1).

DANS un mémoire, dont j'ai eu l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie des Sciences, et qui a été imprimé il y a déjà quelque temps (2), j'ai fait connaître que la pierre d'alun compacte ne se trouvait pas seulement dans les États-Romains et dans la Hongrie, mais qu'elle existait dans presque tous les volcans brûlans, et qu'on la rencontrait aussi dans les volcans éteints de l'Auvergne; j'ai donné la description et l'analyse d'une roche provenant du Mont-Dore, qui en est presque entièrement formée, et j'ai exposé les motifs d'après lesquels il me paraissait qu'on pouvait se décider à faire une espèce minérale de la pierre de la Tolfa, et de toutes les masses agrégées confusément qui offrent des propriétés analogues, quels que soient d'ailleurs le degré de

---

(1) Ce Mémoire est extrait des *Mémoires du Muséum*, tome VI, page 204.

(2) *Annales des Mines*, 1819, tome IV, page 205.

leur consistance, leur forme souvent empruntée, et le rôle qu'elles jouent au milieu des roches volcaniques (1). Je possédais alors, ainsi que M. Haüy, de très-petits cristaux qui nous avaient été donnés, les uns par M. Parsch et qui venaient de Hongrie, les autres par M. Borkowski, et qui provenaient de la Tolfa, et que ces minéralogistes distingués regardaient comme la pierre d'alun cristallisée; mais l'exiguïté des cristaux et leur petit nombre ne permettaient pas d'en faire un examen rigoureux, de les soumettre à une analyse exacte, et de décider, avec connaissance de cause, si la pierre d'alun avait un type cristallisable. A la vérité, plusieurs auteurs avaient déjà essayé de décrire ces cristaux; mais la plupart avaient vu des cubes ou des octaèdres réguliers, là où M. Mohs avait cru reconnaître des rhomboïdes, et leurs descriptions ne portaient guère que sur quelques caractères extérieurs peu décisifs. L'essentiel restait donc à faire sous le rapport minéralogique comme sous le point de vue chimique; cette lacune ne pouvant être indifférente au géologue, ni même au mineur, j'ai essayé de la remplir en me livrant aux recherches dont je vais rendre compte. Je ne dois pas négliger de dire que c'est un ami de la science extrêmement distingué, M. le chevalier de Parga, conseiller-d'état de S. M. le roi d'Espagne, qui m'en a fourni les moyens, en me communiquant, au commencement de

(1) Il y a long-temps que M. Breislak a annoncé qu'il existe de la pierre d'alun compacte à la solfatare de Pouzzoles et à Ischia; mais presque tous les auteurs, même les plus modernes, ont négligé de citer cette indication qui est très-exacte.

l'année dernière, de très-gros échantillons qui lui avaient été récemment apportés de la Tolfa par M. Rodriguès, habile minéralogiste de sa nation, et en me permettant d'en consacrer une partie aux épreuves nécessaires pour déterminer les principes constituans et les propriétés spécifiques qu'il s'agissait de vérifier ou de reconnaître.

Ces échantillons consistaient : 1°. en une belle portion de druse formée de cristaux rhomboïdaux basés, ayant chacun 2 à 3 millimètres de côté; 2°. en une masse grenue à gros grains parfaitement cristallins quoique amorphes, et dont le groupement présentait une tendance à la con-texture fibreuse; 3°. en une masse parfaitement compacte, homogène et blanche, et dans laquelle les épreuves chimiques n'ont manifesté qu'une quantité de silice extrêmement faible.

Ce dernier échantillon n'offrait rien que de bien connu relativement aux caractères minéralogiques; je n'en fais mention que parce que j'ai déterminé avec soin sa pesanteur spécifique. Son poids absolu était d'environ 36 décagram. (12 onces); la pesanteur spécifique s'est trouvée de 2,6940.

La masse grenue étant bien homogène, m'a donné d'abord, d'une manière certaine, la pesanteur spécifique de la pierre d'alun cristallisée. L'échantillon pesait près de 40 décagrammes (13 onces); la pesanteur spécifique s'est trouvée de 2,7517; les grains amorphes qui la composaient avaient jusqu'à 3 millimètres de grosseur; ils étaient demi-transparens et jouissaient d'un tissu parfaitement cristallin. La quantité de ces grains dont j'ai pu disposer m'a permis, non-

seulement d'en soumettre une partie à l'analyse chimique, mais encore d'en étudier les caractères minéralogiques et de m'assurer ainsi de l'exactitude des observations faites sur les cristaux de la masse drusique.

Pour rendre d'ailleurs la description que je vais donner plus complète, j'ai eu égard aux petits cristaux rapportés de Hongrie par M. Parsch, ainsi qu'aux concrétions fibro-granulaires que Dolomieu avait remarquées, il y a fort longtemps, dans quelques échantillons compactes qu'il avait recueillis à la Tolfa, mais dont il n'avait pas précisément déterminé la nature.

*Description de la pierre d'alun cristallisée.*

La pierre d'alun, indépendamment de la structure confuse qu'elle affecte ordinairement, à raison de son origine, se présente quelquefois régulièrement agrégée. Elle occupe alors des fissures ou de très-petites cavités dans des massifs compacts de même nature, et se montre sous trois aspects différens qui résultent du volume des cristaux et de leur isolement ou de leur groupement.

Tantôt elle est en *cristaux* dérivés d'un rhomboïde et qui tapissent des surfaces drusiques, tantôt en masses *granulaires* ou *grenues* qui tendent toujours un peu à la structure fibreuse.

La grosseur des cristaux observés jusqu'à présent varie de 1 à 3 millimètres; celle des grains cristallins amorphes n'est guère plus forte; elle diminue même souvent au-dessous d'un millimètre.

La forme primitive est un rhomboïde si peu

aigu qu'on serait tenté de le confondre avec le cube; les angles que les faces font entre elles sont en effet d'environ 89 et 91 degrés: ce rhomboïde jouit de la propriété d'être sous-divisible dans le sens d'un plan perpendiculaire à l'axe.

Il y a deux variétés de forme dans les cristaux, savoir :

1<sup>re</sup>. VARIÉTÉ. Pierre d'alun *primitive*, P. Nous venons d'en donner les angles.

2<sup>o</sup>. VARIÉTÉ. Pierre d'alun *basée*, P A. Dans

celle-ci les deux sommets de la forme primitive sont remplacés par une facette triangulaire équilatérale dont l'incidence sur chacune des trois faces adjacentes du rhomboïde est d'environ 124 degrés. Cette variété, qui est produite par un décroissement d'une rangée de molécules sur les sommets du rhomboïde, a deux physionomies distinctes; lorsque les deux facettes culminantes ont peu d'étendue, le cristal se présente comme un octaèdre irrégulier; lorsque ces facettes s'étendent considérablement, le cristal n'est plus qu'une lame hexagone bordée par les rudimens alternatifs des faces primitives (comme dans le fer spéculaire) (1).

(1) Des circonstances particulières ont retardé la publication des recherches contenues dans ce mémoire; j'en avais depuis quelque temps communiqué les résultats à M. Haüy, lorsqu'il a paru dans le Bulletin des Sciences de la Société Philomatique, année 1819, cahier d'août, une notice dans laquelle M. Boudant a rendu compte de ses observations sur le gisement de la pierre d'alun de Hongrie, et a exposé une opinion qui lui est particulière, relativement au mode suivant lequel les roches dont elle fait partie ont dû se former. L'auteur a considéré les cristaux de cette substance comme

Les angles et les arêtes des cristaux sont assez nets ; mais les plans du rhomboïde sont quelquefois striés dans le sens de la petite diagonale, ou plus souvent gauchis et tourmentés (comme dans le spath perlé). Cette dernière circonstance, jointe à la petitesse des cristaux, ne permet pas d'en mesurer les angles avec une précision qui soit complètement satisfaisante.

Les grains et les cristaux sont quelquefois diaphanes et sans couleur ; ordinairement ils sont demi-transparens ou translucides et colorés en blanc grisâtre, jaunâtre ou rosé. Ils sont quelquefois superficiellement recouverts par une pellicule ferrugineuse rougeâtre ou brune.

Excepté dans ce dernier cas, l'éclat des surfaces naturelles est toujours vif et miroitant.

En considérant l'espèce de la forme primitive, on ne peut douter que la pierre d'alun ne soit douée de la double réfraction.

J'ai pesé à-la-fois plusieurs petits groupes de cristaux bien purs, et j'ai obtenu un résultat si voisin de celui que j'ai rapporté ci-dessus, que j'estime qu'il faut s'en tenir à ce dernier comme étant donné par une expérience faite en grand ; ainsi, la pesanteur spécifique reste déterminée à 2,7517, nombre qui excède beaucoup les évaluations que quelques auteurs en ont données.

Cette substance appartient d'ailleurs à la grande série des espèces qui sont maigres et médiocrement froides au toucher.

---

dérivant d'un rhomboïde, ainsi que l'avait fait M. Mohs, et a donné des valeurs d'angles qui diffèrent de celles que je viens de rapporter ; mais il n'a regardé lui-même ces valeurs que comme des aperçus.

Sa dureté est médiocre ; elle raie la chaux carbonatée, et elle est rayée par la chaux fluatée.

Elle est aigre et facile à casser.

Sa cassure est très-sensiblement lamelleuse dans un seul sens qui est perpendiculaire à l'axe de la forme primitive ; on pourrait dire que dans tous les autres sens la cassure est inégale passant à la conchoïde, si on n'apercevait à une vive lumière les indices de division mécanique qui sont parallèles aux faces du rhomboïde primitif.

L'éclat de la cassure est vif, et son aspect est vitreux passant à l'aspect gras.

Les fragmens sont irréguliers, offrant en général des angles obtus et des arêtes peu tranchantes.

Ils se réduisent facilement en poudre et en croquant faiblement sous le pilon.

Leur poussière est parfaitement blanche ou très légèrement teinte de la couleur que la masse présentait auparavant.

Elle est médiocrement rude au toucher et ne tache point.

Au feu du chalumeau la pierre d'alun cristallisée décrépité. On ne peut observer l'action d'une chaleur continuée qu'en plaçant un fragment de la pierre, soit entier, soit pulvérisé, dans un très-petit creuset formé d'une lame de platine excessivement mince. La pierre chauffée modérément laisse dégager une odeur très-sensible d'acide sulfureux ; mise ensuite sur la langue, elle en absorbe l'humidité et donne une forte saveur d'alun. Si, au lieu d'interrompre la calcination, on pousse le feu, la pierre perd son acide, se frite un peu sans se fondre, et devient parfaitement insipide.

Tels sont les caractères minéralogiques de la pierre d'alun. On voit que cette substance se distingue nettement de toutes les espèces minérales connues jusqu'à présent; son caractère distinctif, dans la méthode de M. Haüy, sera d'avoir pour forme primitive un rhomboïde un peu aigu d'environ 89 et 91 degrés, et de donner, par une calcination modérée d'abord, une odeur d'acide sulfureux, et ensuite une saveur alumineuse. Je vais maintenant rapporter les expériences que j'ai faites dans le but de déterminer les principes constituans.

*Analyse de la pierre d'alun cristallisée.*

J'ai opéré sur des fragmens de la masse grenue à grains cristallins, de 2 à 3 millimètres de grosseur, que j'ai déjà citée. Ces fragmens, quoique assez gros, étaient translucides; leur couleur, d'un blanc jaunâtre, indiquait qu'ils étaient très-légèrement souillés de fer hydraté.

*Première série d'expériences.*

a) 6 décigrammes, réduits en poudre impalpable et placés dans un creuset de platine, ont été chauffés fortement dans un fourneau à courant d'air, donnant une chaleur d'environ 30 degrés du pyromètre de Wedgwood. La poudre a perdu très-exactement la moitié de son poids ou 50 pour 100; exposée pendant plusieurs jours à l'action de l'air, son insipidité n'a point diminué, mais son poids avait un peu augmenté.

b) On a pris 26 centigrammes de cette poudre calcinée, après l'avoir préalablement séchée, et on les a fondus avec le double de leur poids de

potasse caustique. On a dissous dans de l'eau aiguisée d'acide muriatique; l'évaporation à siccité a prouvé que la dissolution ne contenait point de silice, car le résidu s'est entièrement redissous dans l'eau. Cette nouvelle dissolution, après avoir été mêlée de muriate de baryte et filtrée, a fourni 2 centigrammes de sulfate de baryte; cette quantité, d'après les proportions indiquées par M. Thénard, répond à 0,6884 d'acide sulfurique: c'est 1,324 pour 100 de la pierre employée.

c) La liqueur a été ensuite essayée par les réactifs; on n'y a reconnu que de la potasse, de l'alumine et quelques traces de fer.

*Seconde série d'expériences.*

d) On a pris 1 gramme de la pierre réduite en poudre impalpable, et après l'avoir chauffée avec le double de son poids de potasse caustique, on a dissous dans l'eau aiguisée d'acide muriatique, et on s'est convaincu de nouveau de l'absence de la silice en évaporant à siccité et en redissolvant dans l'eau. L'addition du muriate de baryte a fourni un précipité qui, après avoir été pesé et rougi, pesait (y compris la portion que le filtre avait absorbée), 103,25, ce qui correspond à 35,495 d'acide sulfurique.

e) La liqueur précédente, mêlée d'ammoniaque, a fourni un précipité alumineux qui, après avoir été rougi, est resté parfaitement blanc et pesait 43,5.

f) Cette alumine ayant été fondue avec de l'alcali et dissoute dans l'acide muriatique, on a cherché à en séparer le fer au moyen de l'hy-

drosulfure d'ammoniaque. Il s'est séparé quelques flocons gris et en si petite quantité qu'il n'a pas été possible d'en tenir compte.

*Troisième série d'expériences.*

g) Il restait 116 centigrammes de la pierre réduite en poudre impalpable; on les a fait bouillir dans de l'acide sulfurique concentré. L'acide n'exerçant pas une action très-sensible, on a essayé d'étendre d'eau, et ce qui est fort remarquable, la dissolution s'est alors opérée en très-peu d'instans. On a précipité l'alumine par l'ammoniaque; on a filtré et lavé à chaud le précipité, et on l'a ensuite rougi: il pesait 45 centigrammes  $\frac{1}{2}$ ; la liqueur à laquelle on avait réuni les eaux de lavage a été rapprochée; il s'est formé un très-léger dépôt alumineux qui, après avoir été recueilli, pesait  $\frac{1}{2}$  centigramme. On a donc obtenu en tout 46 centigrammes d'alumine, ce qui correspond à 39,654 pour 100 de la pierre employée.

h) La liqueur contenant les sulfates a été évaporée à siccité; le résidu a été chauffé fortement dans un creuset de platine où il a été projeté par petites portions; le sulfate d'ammoniaque a été vaporisé, et on a obtenu du sulfate de potasse légèrement coloré, qui, après avoir été redissous, évaporé et rougi dans un très-petit creuset, a été pesé avec le creuset dont le poids était connu. Le sulfate de potasse, ainsi obtenu, pesait 21,5, ce qui équivaut à 11,623 d'alcali, et en définitif à 10,021 sur 100 de la pierre employée.

Si on examine ces résultats, on trouve que

la quantité d'alumine n'est déterminée d'une manière certaine que par l'expérience g). En effet, comme les précipités alumineux sont difficiles à laver, si malgré le lavage à chaud il est resté quelque partie saline avec la terre obtenue par cette expérience, ce ne peut être que du sulfate d'ammoniaque qui s'est vaporisé lorsqu'on a chauffé au rouge pour sécher. Tout porte à croire, au contraire, que dans l'expérience e) le lavage n'a point été assez parfait, et qu'il est resté quelque peu de muriate de baryte dont la terre a augmenté le poids du précipité alumineux.

Quant à la potasse, on pouvait espérer d'obtenir au moyen de l'expérience a), la somme des poids de l'alumine et du sulfate de potasse; mais il paraît qu'à une haute température, non-seulement une partie du sulfate est décomposée par la réaction de l'alumine, mais encore qu'il y a une petite portion de sulfate vaporisée. Tout ce qu'on peut conclure de cette expérience, c'est que 100 parties de la pierre ne contiennent pas moins de 9,026 d'alcali. Il faut donc s'en tenir au résultat absolu et un peu supérieur qui est fourni par l'expérience h).

Enfin, quant à la proportion d'eau contenue dans la pierre, n'ayant trouvé aucun moyen direct et absolu de la déterminer, je me contenterai de l'évaluer par déduction.

Ainsi, la pierre d'alun cristallisée est composée des principes suivans; savoir, sur 100 parties:

Acide sulfurique. . . . .	35,495
Alumine.. . . .	59,654
Potasse. . . . .	10,021
Eau et perte. . . . .	14,830
Oxide de fer accidentel. . .	une trace

100

La première conséquence à tirer de cette analyse, c'est, je crois, que la pierre d'alun cristallisée est une combinaison d'hydrate d'alumine avec le double sulfate anhydre d'alumine et de potasse. En effet, si on se donne la peine de répartir la quantité d'acide sulfurique obtenue, de manière à la saturer des deux bases, la notation chimique qui précède prend la forme suivante :

Sulfate d'alumine anhydre..	38,507	} 57,041
Sulfate de potasse anhydre..	18,534	
Hydrate d'alumine.. . . . .	42,959	

100

Mais on sait, d'après M. Berzélius, que le poids de l'atome de sulfate double est de 6473,75, et que celui de l'atome de l'hydrate est de 976,63. Or, si on admet un moment que le rapport des deux composans que nous venons de supposer est exactement de 57 à 43, et si on cherche le nombre d'atomes de chaque espèce qui existent dans la combinaison, on trouve à peu de chose près que la combinaison est formée de 5 atomes d'hydrate et de 1 atome de sel double.

En regardant ce dernier résultat comme celui de la nature, et en s'arrêtant au nombre 1 et 5, voici les proportions rectifiées qu'il faudrait admettre dans la pierre d'alun cristallisée :

Acide sulfurique. . . . .	35,263
Alumine.. . . .	39,533
Potasse. . . . .	10,577
Eau. . . . .	14,827

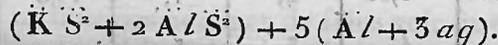
100

Ou sous une autre forme :

Double sulfate { Sulfate d'alumine. 37,745	} 56,937
anhydre. { Sulfate de potasse. 19,192	
Hydrate d'alumine. . . . .	43,063

100

L'atome de cette combinaison serait du cinquième ordre, et son poids relatif, d'après le principe des tables de M. Berzélius, s'exprimerait par le nombre 11371,9. La formule de sa composition, d'après la manière de noter du même savant, serait :



Ces résultats théoriques paraîtront sans doute très-probables; ils seront mieux appréciés si l'on veut considérer que la pierre d'alun cristallisée ne contient que le tiers de l'eau qu'il faudrait pour porter le double sulfate à l'état d'alun, et que d'un autre côté l'hydrate qu'elle renferme semble être en quelque sorte l'équivalent de la quantité d'eau qui serait nécessaire pour produire ce sel au moyen du double sulfate.

La seconde conséquence que l'on peut déduire de l'analyse précédente, c'est que la silice n'est certainement point essentielle à la composition des pierres d'alun compactes, ainsi qu'on l'a cru pendant long-temps; on peut également présumer que les variétés compactes contiennent

souvent une certaine quantité d'alumine, soit pure, soit hydratée, soit même sous-sulfatée, surabondante à la combinaison qui peut cristalliser; c'est du moins ce qui paraît résulter de la comparaison des analyses les plus récentes. Voici en effet ces analyses; elles portent sur cinq variétés :

	VARIÉTÉ de la Tolfa, d'après M. Vauquelin.	VARIÉTÉ de la Tolfa, d'après Klaproth.	VARIÉTÉ de la Hongrie, d'après Klaproth.	VARIÉTÉ de Montione, d'après Descostils.	VARIÉTÉ du Mont Dore.
Acide sulfurique.	25,	16,5	12,5	55,6	27,5
Alumine.....	43,92	19,	17,5	40,	31,80
Potasse.....	3,08	4,	1,	13,8	5,79
Eau.....	4,	3,	5,	10,	3,72
Silice.....	4,	56,5	62,25	»	28,40
Oxide de fer....	»	»	»	»	1,44
Perte.....	»	1,	1,75	»	1,82
	100	100	100	100	100

D'après le système de la nomenclature chimique, il n'est pas aisé de former la dénomination qui convient à la pierre d'alun à raison des principes constituans qui lui sont essentiels. Dans tous les cas, il ne paraît pas qu'on puisse

lui conserver celle de sous-sulfate d'alumine et de potasse que j'avais été conduit à lui donner lorsque j'ai fait connaître la nature de la prétendue brèche siliceuse du Mont Dore. Les minéralogistes seront moins embarrassés : on a déjà désigné sous le nom d'*aluminite*, le sous-sulfate simple d'alumine qui a été trouvé à Halle et à Newhavem. Il me semble qu'il serait convenable d'attribuer le nom d'*alunite* à l'espèce minérale qui nous occupe; on y joindrait l'épithète de *silicifere* pour les variétés compactes qui sont endurcies par de la terre siliceuse. Quant aux variétés compactes qui peuvent contenir de l'alumine surabondante à la combinaison qui est susceptible de cristalliser, comme la surabondance n'influe pas sensiblement sur les caractères physiques des masses, la nomenclature du minéralogiste n'est pas obligée d'en tenir compte.

Je ne dois pas négliger de faire voir que cette surabondance de l'alumine, soit pure, soit hydratée, soit même sous-sulfatée, ne serait pas moins facile à expliquer que la présence de la silice. Nous savons maintenant que la formation de la pierre d'alun compacte est due, comme celle, au reste, des autres variétés, à des solfatares anciennes ou modernes; on ne rencontre les roches, dont cette pierre fait la base, que dans les volcans brûlans ou dans les terrains volcaniques démantelés de toutes les époques. Elles s'y présentent sous forme d'amas transversaux, d'une profondeur souvent indéfinie, et dont la figure, l'étendue et la puissance varient à raison, non-seulement de la distance à laquelle l'effet des vapeurs sulfureuses a pénétré horizontalement dans le terrain, mais encore de la

forme, des dimensions et du nombre des ouvertures par lesquelles elles s'exhalent. Ces vapeurs, en attaquant et en décomposant les parois des roches diverses (1) au milieu desquelles elles ont trouvé passage, ont nécessairement mis en liberté beaucoup de silice et d'alumine. Il n'est pas étonnant que ces terres aient été souvent incorporées dans la pierre d'alun, à mesure qu'elle s'est formée et qu'elle s'est agrégée confusément. On conçoit d'ailleurs, avec facilité, comment cette agrégation confuse a toujours eu lieu sur place et à côté de la roche intacte (sauf quelques effets de tassement), et comment elle a dû être favorisée par l'humidité habituelle qui abreuvait les fissures, les fentes, les grandes crevasses, les anciennes cheminées de cratères, et en général tout système de conduits analogues où la transmutation s'est opérée. C'est ainsi que les choses se passent encore à présent. Il n'y a pas de solfatare moderne, y compris celle qui occupe tout le sommet du pic de Ténériffe (2), où l'on ne puisse observer que le terrain décomposé est continuellement imbibé d'humidité, et où l'on ne soit frappé de

(1) Les nombreuses variétés de pierre d'alun compactes, friables ou pulvérulentes, qu'on a observées jusqu'à présent, ont toutes été formées aux dépens des couches si variées du sol volcanique de tous les âges. Cependant, je ne doute pas qu'on n'en découvre un jour au milieu des roches primordiales ou secondaires, *abondantes en feldspath*, qui ont été percées par les antiques éruptions, dont les nombreuses contrées où il existe des roches volcaniques démantelées, ont été le théâtre. De semblables altérations ont encore lieu dans les profondeurs de la terre, par-tout où les soupiraux des volcans brûlans traversent des terrains feldspathiques; mais les résultats sont à jamais cachés pour nous.

(2) *Journal de Physique*, tome LVII, page 55 et suiv.

la grande quantité d'eau en vapeurs qui s'en exhale. On y voit la pierre d'alun, friable, pulvérulente ou compacte, s'y former pour ainsi dire sous les yeux, par la double action de l'eau et des vapeurs sulfureuses. Au reste, l'influence de l'humidité chaude ou froide, dans les cas analogues à celui dont il est question, a été parfaitement saisie par Dolomieu, et sur-tout par M. Breislak; il suffirait de parcourir l'excellente description que ce dernier minéralogiste a donnée de la solfatare de Pouzzoles, dans le second volume de ses Voyages dans la Campanie, pour rester convaincu de la réalité de cette influence.

Il est à remarquer maintenant que notre manière de concevoir l'assortiment des principes qui composent la pierre d'alun cristallisée, a l'avantage de fournir une explication fort simple de ce qui se passe lorsqu'on calcine le minerai de la Tolfa pour en extraire ensuite le sel alumineux. L'hydrate d'alumine est, comme tous les hydrates que nous connaissons, très-facilement décomposable par la chaleur. Sa combinaison avec le double sulfate se détruit à mesure que l'eau se vaporise; le double sulfate anhydre se dégage et se change en alun aussitôt qu'on lui présente l'eau de combinaison qu'il est susceptible d'absorber. Cela est si vrai que lorsqu'on opère la calcination sur du minerai peu ou point silicifère, après l'avoir réduit en poudre impalpable, on n'en peut pas retirer plus de sel après une macération d'un mois, que si on lessivait immédiatement après avoir calciné; c'est ce qui résulte du moins des expériences de Descostils et des miennes. La silice et les autres principes étrangers dont le minerai peut être mélangé,

ne jouent donc qu'un rôle mécanique dans l'opération, et ils n'en retardent le succès qu'en raison de leur abondance plus ou moins grande.

Il ne sera pas inutile de présenter ici le tableau de l'échafaudage atomistique binaire de la combinaison dont nous venons de donner l'analyse; les personnes peu exercées pourront se rendre compte de ce qu'il faut entendre par les expressions d'atome du cinquième ordre, qui ont été employées précédemment, et elles comprendront plus facilement la construction de la formule ci-dessus.

TABLEAU de la composition atomistique de l'alunite.

ATOME DU 5 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOME DU 4 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOMES DU 3 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOMES DU 2 <sup>e</sup> . ORDRE.	ATOMES DU 1 <sup>e</sup> . ORDRE.
1 atome d'alunite =	1 at. de double sulf. anhydre d'alumine et de potasse =	2 at. de sulfate d'alum. =	4 at. d'acid. sulf. =	12 at. d'oxygène et 4 at. de soufre.
		et	2 at. d'alumine =	6 at. d'oxygène et 2 at. d'aluminium.
	1 at. de sulf. de potasse =	2 at. d'acide sulf. =	2 at. de soufre. 2 at. d'oxygène et 1 at. de potasse =	6 at. d'oxygène et 2 at. d'oxygène et 15 at. d'oxygène et
		5 at. d'hydrate d'alumine =	15 atomes d'eau =	30 at. d'hydrogène et 15 at. d'oxygène et 5 at. d'aluminium.
	et.....		5 at. d'alumine =	100

Je partirai de la considération de ce tableau pour faire observer en général combien les diamètres des molécules intégrantes des combinaisons complexes doivent être plus considérables que ceux des molécules élémentaires. A s'en tenir aux données que suggère la théorie des proportions définies, un atome d'alunite serait, en dernière analyse, composé (ainsi qu'on vient de le voir) de 100 atomes élémentaires; savoir: 1 de potassium, 7 d'aluminium, 6 de soufre, 30 d'hydrogène, et 56 d'oxygène; mais il faut aller plus loin, et c'est la cristallographie qui nous en fournira les moyens. Si, comme le pense M. Haüy, et comme on n'en peut guère douter, toute molécule intégrante, de quelque ordre qu'elle soit, est le résultat d'un assortiment régulier de molécules principes (1), qui toutes sont polyédriques et de forme constante; il est évident que les atomes de la chimie ne représentent, relativement à chaque espèce de combinaison dont ils font partie, que des sommes ou plutôt des doses de ces molécules principes (2). Ainsi, par exemple, dans le sulfate de chaux

(1) Un exemple fera comprendre le sens qu'il faut attacher, d'après M. Haüy, à ces expressions de molécules *intégrantes*, *principes* ou *élémentaires*. Le calcium, le carbone ou l'oxygène, forment les molécules élémentaires de la chaux carbonatée; la chaux et l'acide carbonique en forment les molécules principes, et les dernières particules du carbonate de chaux en sont les molécules intégrantes.

(2) J'ajouterai qu'on serait fondé à remplacer les expressions *d'atome* ou de *proportion*, dont on s'est servi jusqu'à présent dans le langage chimique, par celles de *dose proportionnelle* ou *dose atomistique*; ces dernières présenteraient un sens plus exact et plus facile à saisir.

anhydre, dont l'atome intégrant est formé d'un atome de chaux et de deux atomes d'acide sulfurique, quelque figure qu'on veuille attribuer à ces trois atomes, il serait impossible d'en composer un assortiment qui produisit un prisme droit à la base rectangle dont les côtés seraient entre eux comme les racines carrées des nombres 17, 21 et 30, prisme qui est cependant la forme primitive de la combinaison. On conçoit très-bien, au contraire, que si l'atome de chaux est composé de vingt ou trente molécules de chaux, par exemple, et si chacun des atomes d'acide sulfurique renferme trente ou quarante molécules d'acide, leur mélange chimique peut produire un assortiment régulier semblable à la forme primitive. Je viens de citer une combinaison du troisième ordre; on pourrait en dire autant des combinaisons du second ordre ou de celles du quatrième et du cinquième. D'où on voit qu'en revenant à la pierre d'alun, et en supposant que chacun des atomes chimiques qui entrent dans l'échafaudage binaire de cette combinaison, équivalé, terme moyen, à dix molécules minéralogiques du même ordre que lui, il faudrait admettre qu'il existe un nombre immense de molécules élémentaires dans l'atome de la pierre. Ce résultat n'est, sans contredit, qu'un aperçu; mais il justifie suffisamment ce qui a été avancé ci-dessus, savoir, que les molécules intégrantes des corps composés paraissent avoir des diamètres incomparablement plus grands que ceux de leurs molécules élémentaires.

On voudra bien remarquer que cette notion serait également soutenable, si, au lieu de con-

sidérer les molécules minéralogiques de tous les ordres comme étant polyédriques, on voulait supposer qu'elles sont simplement sphériques, ainsi que le pensent plusieurs physiciens, et entre autres MM. Berzélius et Wollaston; car alors il serait indispensable d'admettre que ces particules sphériques ont des diamètres très-différens, ou qu'ayant des diamètres égaux, elles possèdent des sphères d'activité diverses, ou bien, ce qui serait plus probable, qu'elles jouissent tout à-la-fois de ces deux conditions d'inégalité spécifique.

Je terminerai en indiquant une autre considération générale qui est également suggérée par la composition de l'alunite cristallisée; c'est que probablement ce n'est point l'action des dernières molécules des corps qui produit les phénomènes de la double réfraction. Ces phénomènes paraissent dus à l'action des molécules intégrantes, et cela ne résulte pas seulement des observations cristallographiques de M. Haüy, mais encore des données que la chimie peut fournir. On pourrait appuyer cette dernière assertion en se contentant de prendre la pierre d'alun pour exemple; car cette substance est incontestablement douée de la double réfraction, puisqu'elle a un rhomboïde pour forme primitive; mais comme la petitesse des cristaux ne m'a pas permis de vérifier cette propriété (1),

(1) Depuis la rédaction de ce mémoire, M. Biot s'est assuré de la double réfraction de l'alunite par des expériences très-ingénieuses, auxquelles j'ai eu l'avantage d'assister. Cet habile physicien s'est servi d'un appareil de son invention, au moyen duquel on peut apprécier les propriétés polarisantes dans les plus petits fragmens d'un minéral.

j'aurai recours à la citation du gypse ordinaire; L'eau, la chaux et l'acide sulfurique, forment, comme tout le monde le sait, les molécules principes de cette dernière substance minérale; or, l'eau fait partie de plusieurs composés qui ont la réfraction simple; l'acide sulfurique joue précisément le même rôle dans l'alun, et la chaux dans le spath fluor. Cependant, la réunion de ces trois principes constituans n'en donne pas moins naissance à une combinaison qui a la propriété de doubler les images.

Quoi qu'il en soit des considérations que nous venons d'exposer, les observations et les expériences dont nous avons d'abord rendu compte n'en sont pas moins constantes. On trouvera probablement qu'elles complètent les données qu'il était nécessaire de réunir avant d'accorder l'institution spécifique à la pierre d'alun; et on jugera sans doute que rien ne s'oppose plus à ce que l'on ajoute désormais cette espèce, si remarquable à beaucoup d'égards, aux cent quatre-vingts espèces bien avérées qui figurent maintenant dans la classification méthodique du règne minéral d'après les principes de M. Haüy.

---

## MÉMOIRE

SUR

### LA MINE DE FER DE LA VOULTE,

(DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE);

PAR MM. THIRRIA et LAMÉ, élèves ingénieurs au Corps royal des Mines.

CETTE mine est située à un quart de lieue à l'est de la petite ville de La Voulte. On suit, pour y arriver, le lit d'un ruisseau qui va se jeter dans le Rhône. Les deux côtés du creusement fait par les eaux du ruisseau, sont composés d'un calcaire grisâtre très-schisteux. C'est dans ce calcaire que se trouve une couche de 5 à 6 mètres d'épaisseur de fer oligiste, tantôt compacte parfaitement pur, tantôt feuilleté et mélangé d'argile, qui s'y trouve souvent en veines de plusieurs pouces d'épaisseur. Cette couche, coupée par le lit du ruisseau, affleure à la surface sur un quart de lieue d'étendue. Le calcaire voisin de cette couche principale alterne avec de petites couches métallifères moins riches, dont plusieurs feraient d'excellentes pierres à crayon. Le banc de minerai et les couches calcaires sont dirigés de l'est à l'ouest et inclinés de plus de 50° vers le sud.

En longeant le lit du ruisseau, on voit le cal-