

a pas combinaison ; mais aussitôt qu'elle a lieu , il ne se manifeste plus aucune électricité. Il est vrai que dans les cas d'effervescence , sur-tout lorsqu'elle est accompagnée de chaleur , les vaisseaux métalliques qu'on emploie deviennent négatifs , mais c'est un phénomène qui tient à une loi différente. Les adhésions des métaux pour le mercure , déterminées par M. Guyton , paraissent avoir quelque rapport avec leurs affinités , de sorte qu'il serait possible que la différence de leurs énergies électriques eût eu de l'influence sur les résultats de ces expériences.

Les principes précédens peuvent recevoir de nombreuses applications. Ils offrent des moyens faciles de séparer les matières acides et alcalines des combinaisons où elles entrent , et d'analyser les substances végétales et animales. En faisant servir ces dernières de moyen de communication dans la pile , on trouve bientôt les acides réunis au pôle positif et les alcalis au pôle négatif. Les pouvoirs électriques de décomposition agissent même sur les substances végétales vivantes et sur le système de l'animal vivant , de sorte qu'on pourra les faire concourir à la production d'un grand nombre de phénomènes de l'économie animale.

M. Davy indique encore d'autres applications , mais la longueur de cet extrait nous force de les supprimer.

JOURNAL DES MINES.

N^o. 136. AVRIL 1808.

SUR L'ARRAGONITE.

Par M. HAUY.

LE minéral auquel M. Werner a donné le nom d'*arragonite* , et que ce savant minéralogiste a séparé le premier de la chaux carbonatée à laquelle on l'avait réuni jusqu'alors , est devenu depuis quelques années un sujet de recherches faites par les plus habiles chimistes de l'Europe , pour déterminer sa véritable composition. Après avoir épuisé toutes les ressources que l'on a droit d'attendre de la perfection à laquelle l'analyse a été portée de nos jours , ils y ont trouvé les mêmes quantités relatives de chaux et d'acide carbonique que celles qui existent dans la chaux carbonatée ordinaire , et n'ont pu y reconnaître la présence d'aucun autre principe (1). Ce résultat semblait ne pas

(1) Les analyses publiées par mes célèbres collègues de Fourcroy et Vauquelin , donnent ,

	Pour la chaux carbonatée..	Pour l'arragonite.
Chaux.	57.	58,5
Acide carbonique.	43.	41,5
	100	100,0

(Annales du Muséum d'hist. nat. 24^e cahier , p. 405 et suiv.)

Volume 23.

permettre de douter que l'arragonite ne dût être placé dans une même espèce avec la chaux carbonatée ; c'est effectivement la conclusion qu'en a tirée M. Bertholet, dans l'important ouvrage qui a pour titre : *Statique chimique* (1), et M. Brongniart s'est conformé à l'opinion de ce savant chimiste, dans le *Traité* dont il vient d'enrichir la minéralogie (2).

Plus récemment, MM. Biot et Thenard ont comparé les deux substances par une suite d'expériences très-ingénieuses dans lesquelles ils ont combiné les lois de la réfraction avec les moyens chimiques, et leurs résultats n'offrent aucune différence sensible avec ceux qui avaient été obtenus jusqu'alors (3).

Pendant le cours des recherches dont je viens de parler, j'ai entrepris de soumettre l'arragonite à un travail qui ajoute de nouveaux caractères distinctifs à ceux que j'avais déjà observés entre ce minéral et la chaux carbonatée ; et ce sera peut-être un exemple unique dans l'histoire des sciences, que celui qu'offrent ici la chimie et la minéralogie qui, faites

(1) Tome I, page 443.

(2) Tome I, page 221.

(3) Ces résultats sont :

	Pour l'arragonite.	
Chaux.	56,351.	56,327
Acide carbonique.	42,919.	43,045
Eau.	0,730.	0,628
	<hr/>	
	100,000	100,000

(Nouveau Bulletin des sciences de la Société philomathique, t. I, p. 32 et suiv.)

pour s'aider mutuellement, et jusque-là toujours d'accord, divergent d'autant plus l'une de l'autre, qu'elles font de plus grands efforts pour se rapprocher. Mon but, dans ce Mémoire, est d'exposer les résultats du travail que je viens d'annoncer, et d'examiner ensuite si, dans l'état actuel de nos connaissances sur l'arragonite, on est fondé à en faire une espèce distinguée de la chaux carbonatée.

On savait déjà que l'arragonite a une dureté qui l'emporte sensiblement sur celle de la chaux carbonatée. Je suis parvenu quelquefois à rayer légèrement le verre blanc, en y passant avec frottement la pointe d'un cristal d'arragonite. On avait trouvé aussi une différence entre les pesanteurs spécifiques des deux minéraux. Suivant les observations de M. Biot, celle de la chaux carbonatée est de 2,6964, et celle de l'arragonite est de 2,9267. De plus, il n'est personne qui, en voyant la fracture transversale d'un prisme d'arragonite, n'ait remarqué ce tissu inégal qu'on peut assimiler à celui de certains morceaux de quartz, tandis qu'aucun minéral n'a une texture plus lamelleuse que la chaux carbonatée. Il y a encore dans l'éclat une diversité que saisit facilement un œil exercé. Celui de l'arragonite est plus vif, et approche de ce que les minéralogistes allemands désignent par le nom d'*éclat de diamant*. La chaux carbonatée, sur-tout celle qui est blanche, tend plutôt vers l'espèce d'éclat que l'on appelle *nacré*.

Mais de tous les caractères distinctifs de l'arragonite, le plus tranché était celui que présentait sa cristallisation. J'avais observé un

groupe de cristaux de cette substance, composé de quatre octaèdres cunéiformes, dont un est représenté *fig. 1, pl. IV*. J'ai décrit dans mon *Traité*, tom. IV, pag. 340, l'assortiment de ces quatre octaèdres, dont deux sont accolés par une de leurs faces analogues à M , et les deux autres semblent se pénétrer en partie. La division mécanique ne m'avait offert encore, d'une manière bien sensible, que les joints naturels situés parallèlement à ces faces M , M , avec un autre qui passait par l'arête z , et par son opposée. L'angle formé par les premiers joints était d'environ 116 degrés. Ces indices de structure, réunis à la forme octaèdre des cristaux, m'avaient paru suffire seuls pour annoncer une différence notable entre la molécule intégrante de l'arragonite et celle de la chaux carbonatée, qui est un rhomboïde dont les faces, prises autour d'un même sommet, sont inclinées entre elles d'environ 104 degrés et demi, c'est-à-dire, d'une quantité moindre de près de 12 degrés que l'inclinaison respective des pans de l'arragonite.

Voyons d'abord ce que les nouvelles recherches faites sur l'arragonite ont ajouté à ce dernier résultat offert par la division mécanique. Les joints naturels dont j'ai parlé, et qui sont très-nets dans la plupart des cristaux, n'indiquaient qu'une partie des plans nécessaires pour circonscrire un espace de tous les côtés, en sorte que la forme primitive de l'arragonite n'était donnée que d'une manière incomplète. A la vérité, j'avais entrevu d'autres joints obliques à l'axe, en faisant mouvoir à une vive lumière des prismes fracturés d'arragonite; mais

pour ne parler ici que des premiers, c'est-à-dire des seuls dont les positions fussent bien connues, on pouvait présumer qu'ils étaient du nombre de ces joints surnuméraires que l'on aperçoit dans certains cristaux, où ils subdivisent la forme primitive parallèlement à ses côtés ou à ses diagonales. La chaux carbonatée en particulier fournit des exemples de ces subdivisions (1). J'avais même entendu citer une observation publiée en Allemagne, qui semblait favoriser la conjecture dont il s'agit. Voici en quoi elle consiste. On connaît depuis longtemps des cristaux d'arragonite en prismes droits hexaèdres, dont les pans font entre eux quatre angles d'environ 116 d., et deux de 128. J'ai décrit ces cristaux dans mon *Traité* (2), et j'ai fait voir qu'ils étaient un assortiment de quatre prismes rhomboïdaux, semblables à celui qu'on obtiendrait en coupant le cristal représenté (*fig. 1*) par deux plans perpendiculaires à l'axe, et qui intercepteraient les sommets dièdres o , o . On voit (*fig. 2*) la coupe transversale d'un de ces groupes, dans laquelle la distinction des quatre prismes composans O , U , H , T , est sensible à l'œil. Le rhombe qui reste

(1) Il me serait facile de prouver, si je ne craignais de m'écarter de mon sujet, que ces divisions, que j'appelle *surnuméraires*, s'expliquent d'une manière satisfaisante, sans que l'on ait besoin de supposer qu'elles traversent les molécules intégrantes, en sorte que la forme de ces dernières, qui est indiquée par le clivage principal, conserve toute sa simplicité. Ce sera la matière d'un article que je me propose d'ajouter aux généralités de la théorie relative à la structure des cristaux.

(2) Tome 4, page 338.

au milieu a été rempli par la cristallisation, de manière que chacun des mêmes prismes est censé avoir reçu une extension qui équivaut à l'effet d'une loi de décroissement. J'ai dans ma collection un groupe sur lequel la distinction des prismes composans s'annonce par des angles rentrans situés à leur jonction.

Maintenant, soit A, a (*fig. 3*) le rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, et soit $g m n r$ (*fig. 4*) une coupe de ce rhomboïde, prise par un plan perpendiculaire aux arêtes D, B (*fig. 3*) et en même tems aux faces P , auquel cas l'angle $g m n$ (*fig. 4*) sera de 104 d. 28' 40". Si l'on prend sur les côtés mg, mn , des parties égales mo, ml , et si par les points o, l , on mène oh, ls , parallèles à la diagonale mr , ces lignes seront aussi parallèles à des faces qui résulteraient d'un décroissement par une rangée sur les arêtes D, D' (*fig. 3*), et d'une autre part les lignes mo, ml (*fig. 4*) sont dans le sens des faces naturelles du rhomboïde primitif. Or, chacun des angles $mo h, m l s$ est de 127 d. 45' 40", c'est-à-dire sensiblement égal à l'angle $l m n$, ou $x p s$ (*fig. 2*) que forment entre eux deux pans adjacens, pris de deux côtés opposés sur le prisme d'arragonite. Il en résulte entre la forme de ce minéral et celle de la chaux carbonatée une analogie séduisante au premier abord, et qui semble être un trait de lumière à la faveur duquel on pourra ensuite apercevoir tous les autres rapports qui avaient échappé jusqu'alors dans la cristallisation des deux substances. Mais je prouverai bientôt que cette analogie n'est qu'apparente, et a contre elle les lois de la structure

et tout ce qu'il y a de mieux démontré dans la géométrie des cristaux.

Les observations qui m'ont conduit à une détermination complète de la forme primitive de l'arragonite, m'ont été suggérées par des morceaux de cette substance que j'ai reçus de M. de Paraga, qui professe avec beaucoup de succès la minéralogie à Madrid. Parmi les objets qui composaient son envoi, se trouvaient deux cristaux d'arragonite, auxquels il avait fait lui-même des fractures qui rendaient sensibles les joints obliques à l'axe dont j'ai parlé plus haut. D'autres cristaux offraient des facettes naturelles, situées parallèlement à ces joints. En réunissant ces diverses indications, j'en ai conclu que la forme primitive de l'arragonite est un octaèdre rectangulaire (*fig. 5*), dans lequel l'incidence de M sur M est de 115 d. 56'; celle de P sur P , de 109 d. 28', et celle de P sur M , de 107 d. 49' (1). L'octaèdre représenté (*fig. 1*) en est une variété qui a pour signe $M E$. L'incidence de o sur o est de 70 d. 32'.

J'ai observé depuis un petit cristal solitaire qui offrait la forme d'un prisme hexaèdre à sommets dièdres (*fig. 6*) et dont le signe est $M E P$. L'incidence de M sur h est de 122 d. 2'. Ce cristal faisait partie d'un groupe qui m'a été envoyé par M. Hersart, ingénieur des mines,

(1) Si du centre de l'octaèdre on mène une perpendiculaire sur l'arête G , une seconde sur l'arête C , et une autre ligne qui aboutisse à l'angle E , ces trois lignes seront entre elles dans le rapport des nombres $\sqrt{18}$, $\sqrt{23}$, et $\sqrt{46}$.

d'un mérite distingué, et qui venait de la mine de fer de Saint-Marcel, département de la Doire. Je donne à la variété qu'il présente le nom d'*arragonite unitaire*.

Voici maintenant les conséquences qui se déduisent des résultats dont je viens de parler. Pour qu'il y eût une analogie de structure entre l'arragonite et la chaux carbonatée, il faudrait qu'il existât dans l'intérieur d'un rhomboïde primitif de cette dernière substance, des joints naturels imperceptibles pour nos sens, mais susceptibles, dans l'hypothèse où ils pourraient être saisis, de donner un octaèdre rectangulaire semblable à celui de l'arragonite. Il arriverait donc ici la même chose que dans certains minéraux dont la division mécanique conduit à des solides de deux formes; tel est l'amphigène qui se divise à la fois parallèlement aux faces d'un cube et à celles d'un octaèdre rhomboïdal; c'est-à-dire que l'on pourrait, en substituant une des deux formes à l'autre; par exemple, l'octaèdre de l'arragonite au rhomboïde de la chaux carbonatée, obtenir par des lois de décroissement relatives à cet octaèdre, toutes les variétés que présente la cristallisation de l'autre substance. Or la théorie démontre l'impossibilité de cette substitution, quels que soient même les angles de l'octaèdre et ceux du rhomboïde; car tous les décroissemens relatifs au rhomboïde qui donnent des faces inclinées à l'axe, se font simultanément sur les bords supérieurs *B* (*fig. 3*), situés trois à trois autour des sommets; ou sur les six angles *A*, compris entre ces bords; ou sur les bords inférieurs *D*, dont le nombre est encore de six;

ou sur les angles latéraux *E*, qui sont en pareil nombre; ou enfin sur les angles inférieurs *e*, tournés trois à trois vers chaque sommet. Au contraire, dans un octaèdre rectangulaire (*fig. 7*) (1), les bords supérieurs *B*, qui subissent toujours des décroissemens simultanés, sont au nombre de quatre vers chaque sommet. Parmi les angles supérieurs *A*, dont le nombre est le même, il peut y en avoir deux qui restent intacts, tandis que les lois de décroissement agiront sur les deux autres, ou bien tous les quatre leur seront soumis à la fois; un décroissement qui n'agirait que sur trois est exclu par la symétrie de la cristallisation. Il en est de même des quatre bords latéraux *C, G*, qui n'admettent point d'intermédiaire entre deux et quatre décroissemens. Enfin, il suffira qu'un décroissement agisse sur un des quatre angles latéraux *E*, pour qu'il se répète sur les trois autres.

Il suit de là que la cristallisation de la chaux carbonatée a pour échelle la série 6, 12, 24, etc., dont tous les termes sont des multiples de trois, et celle de l'arragonite, la série 4, 8, 16, etc., dont aucun terme n'est multiple de trois; d'où il faut conclure que les deux systèmes de cristallisation sont incompatibles. Les nombres de chaque série, comparés à ceux de l'autre, peuvent

(1) L'octaèdre de la *fig. 5* est représenté dans une position analogue à celle des formes secondaires de l'arragonite. On a donné à l'octaèdre (*fig. 7*) une position sous laquelle son axe est dirigé verticalement, pour faciliter l'intelligence de sa comparaison avec le rhomboïde, *fig. 3*.

être assimilés, dans ce cas, aux incommensurables de la géométrie ordinaire (1).

J'ai promis de faire voir que l'angle $mo h$ (*fig. 4*) de 128 d. qu'on obtient par la soustraction du rhomboïde calcaire parallèlement à ses bords inférieurs, et qui se trouve naturellement dans l'arragonite prismatique, n'offre qu'une fautive indication du rapprochement des deux substances. Pour le prouver, j'observe que dans le groupe représenté (*fig. 2*), cet angle résulte de la réunion de deux angles de 64 d. qui appartiennent à deux prismes accolés l'un à l'autre; d'où il suit que cet angle est divisé en deux également par le plan de jonction des prismes dont il s'agit. Donc, si l'on partage l'angle $mo h$ (*fig. 4*) en deux moitiés, par la droite oz , et si l'on mène my parallèle à oz , il faudra qu'il y ait un décroissement

(1) On peut transformer un rhomboïde quelconque (*fig. 3*) en octaèdre, par des sections faites sur les diagonales horizontales, prises trois à trois vers chaque sommet. Ces sections mettront à découvert deux triangles équilatéraux, qui, combinés avec les six triangles isocèles résidus des faces du rhomboïde, composeront la surface d'un octaèdre; mais jamais cet octaèdre ne sera rectangulaire. Il y a seulement un cas où l'on aura un octaèdre régulier pour résultat, savoir lorsque le rhomboïde générateur étant aigu, l'angle plan au sommet sera de 60 d. On peut encore extraire un octaèdre d'un rhomboïde par des sections faites sur les huit angles solides. Cet octaèdre aura aussi deux triangles équilatéraux, tandis que les six autres seront isocèles, à moins que le solide générateur ne soit un cube, auquel cas l'octaèdre sera régulier. Il ne faut qu'un peu d'attention pour apercevoir que ces passages du rhomboïde à l'octaèdre sont étrangers à la question présente.

susceptible de donner une face située comme my ; on pourra concevoir du côté opposé une autre face située dans le sens de rp , parallèle à my , et si l'on prolonge mg jusqu'à la rencontre de rp , et rn jusqu'à la rencontre de my , on aura un rhombe $m p r y$ de 116 d. et 64 d. comme dans l'arragonite.

Or, en premier lieu, si on laisse subsister sans aucune altération le rapport $\sqrt{3}$ à $\sqrt{2}$, qui est celui des diagonales du romboïde calcaire, on trouve qu'il n'y a aucune loi de décroissement qui satisfasse à la question proposée, parce que les quantités qui représentent les nombres de rangées soustraites en largeur et en hauteur sont incommensurables. Si l'on se permet d'altérer le rapport des diagonales, de manière à obtenir à très-peu près l'angle de 64 d., par une loi ordinaire de décroissement, cette altération produit dans la valeur des angles du rhomboïde calcaire une différence trop sensible pour être tolérée. Enfin on pourrait modifier les angles dont il s'agit d'une quantité assez légère pour être négligée dans la pratique; mais alors les lois de décroissement auxquelles on parviendrait seraient d'une complication qui les rendrait inadmissibles. D'ailleurs, dans l'hypothèse dont il s'agit, deux des pans du prisme d'arragonite, originaire du rhomboïde de la chaux carbonatée, savoir ceux qui répondent à mg et à nr , seraient dans le sens des joints naturels ordinaires, tandis que les deux autres, ou ceux qui répondent à my et pr , seraient le résultat d'une loi de décroissement compliquée. Les pans de l'arragonite se

trouveraient donc dans deux cas différens, relativement à la structure, et il devrait en résulter une diversité dans le poli, dans la netteté des joints parallèles à ces pans, et dans la facilité de les obtenir. Cependant ils se ressemblent parfaitement à tous égards; la cristallisation ne les distingue pas dans la manière dont elle les emploie, et cette identité d'aspect, de tissu et de fonctions, prouve qu'ils occupent aussi le même rang dans l'ordre de la structure, et ont des positions correspondantes sur la forme primitive.

Mais quand même on trouverait une loi admissible de décroissement pour l'angle de 128 d., on n'aurait résolu qu'une partie du problème, et il faudrait encore une loi susceptible de donner le sommet dièdre, auquel appartiennent les faces P, P (*fig. 5*). Or tous ceux qui sont tant soit peu versés dans la théorie de la structure des cristaux, verront facilement que l'on ne pourrait satisfaire à cette seconde condition (et encore ne serait-ce que d'une manière approximative), sans renverser la symétrie ordinaire avec laquelle agissent les lois de décroissement; nouvelle preuve que l'angle de 128 d. n'offre qu'une analogie de rencontre.

J'ajouterai ici la description de deux nouveaux modes de groupement que présentent les arragonites qui m'ont été envoyés par M. de Paraga. Le premier est composé de quatre octaèdres primitifs, allongés dans le sens d'un axe parallèle aux faces M, M (*fig. 5*), en sorte qu'on peut les considérer comme des prismes rhomboïdaux à sommets dièdres. On voit (*fig. 8*) une coupe transversale de cet assorti-

ment, dans lequel les octaèdres composans sont désignés par A, B, D, F . Si l'on divise l'espace intermédiaire $ptsyoz$ en deux moitiés par une droite to , on pourra considérer chaque trapèze, tel que $ptoz$, soit comme une extension de l'un quelconque des trois prismes A, B, F , soit comme produit par le concours de ces prismes, dont chacun se prolongerait dans la partie qui lui est adjacente, jusqu'à un certain plan qui limiterait cette partie. On peut faire encore d'autres hypothèses, et pour connaître celle qui a été réalisée par la cristallisation, il faudrait avoir déterminé la position des plans de jonction situés dans la partie $ptsyoz$, ce qui serait extrêmement difficile. Mais comme il y a des lois de décroissement qui satisfont également à toutes les hypothèses, j'ai choisi la plus simple de celles-ci, qui consiste à regarder le trapèze $ptoz$, comme une extension du rhombe $hpzg$, et le trapèze $stoy$, comme une extension du rhombe $rsym$. Si l'on désigne les faces qui répondent aux lignes pt, ot, st , par ces mêmes lettres, on aura pour le premier trapèze. $\frac{2}{3}E'G^8$, et pour le second, $E^{\frac{2}{3}}G$.

$pt \quad ot$

$st \quad ot$

L'autre groupe est composé de cinq prismes semblables à ceux du précédent, et désignés par A, B, D, G, F , dans la *fig. 9*, qui représente la coupe transversale de ce groupe. Le prisme D ne peut être de niveau par un de ses côtés fy avec le côté adjacent fg du prisme G , sans que son autre côté yx ne fasse un angle rentrant avec le côté ux du prisme B . Si parmi les différentes hypothèses que l'on peut faire

pour expliquer la formation de la partie intermédiaire entre les prismes, nous la soudivisons en quatre triangles ksn , zxn , cdn , fdn , on pourra concevoir les deux premiers triangles comme étant une extension des prismes A , D , dont l'effet est le même que celui des décroissemens $\frac{2}{7}E'$, $E\frac{2}{7}$, et les deux derniers

triangles, comme une extension des prismes G , F ; par un effet analogue à celui des lois $\frac{2}{7}E'$, $E\frac{2}{7}$.

Les arragonites que j'ai décrits jusqu'ici sont de ceux que l'on trouve en Espagne. On en a découvert depuis quelques années à Vertaison, dans le département du Puy-de-Dôme. Ce sont encore des groupes composés de quatre cristaux semblables à celui de la *fig. 1*, et dont l'assortiment est le même que *fig. 2*. Les sommets dièdres des quatre prismes se réunissent et se pénètrent en partie, de manière à rester toujours distincts par leurs faces extérieures, qui forment entre elles des angles rentrants.

Je crois devoir rapporter à l'arragonite les cristaux auxquels M. de Bournon a donné le nom de *chaux carbonatée dure*, et que ce célèbre minéralogiste semble être tenté de considérer comme une espèce à part. On trouve de ces cristaux en Carinthie, en Transylvanie, dans le département du Puy-de-Dôme et ailleurs. Ils ont ordinairement pour gangue une argile ferrugineuse. Ils forment des groupes d'aiguilles parmi lesquelles on reconnaît des prismes hexaèdres qui s'amincissent en pyramides quelquefois terminées par une arête per-

pendiculaire à l'axe, et dans certains cristaux, par des facettes additionnelles. M. de Bournon, en divisant mécaniquement cette substance, a obtenu des prismes rhomboïdaux de 128 d. et 64 d., en sorte qu'il regarde ceux-ci comme offrant la forme primitive de la chaux carbonatée dure, tandis qu'il adopte pour l'arragonite le résultat que j'ai énoncé dans mon *Traité*, et qui donne des joints inclinés entre eux de 116 d. et 64 d. (*Journal des Mines*, n^o. 103, p. 68); mais je suis parvenu à diviser aussi la chaux carbonatée dure dans le sens de la diagonale du prisme de 128 d., ce qui fait rentrer la division mécanique de cette substance dans celle de l'arragonite, et prouve que l'angle dont il s'agit, résulte encore ici de la réunion de deux angles primitifs de 64 d.

Parmi les formes cristallines qu'affecte la même substance, je n'en ai encore trouvé qu'une qui fût déterminable. C'est celle d'un dodécaèdre composé de deux pyramides droites très-aiguës (*fig. 11*). La base commune de ces pyramides est semblable à l'hexagone représenté (*fig. 2*), en sorte que le cristal est un assemblage de quatre octaèdres primitifs (*fig. 5*), modifiés par la loi A qui n'agit que sur celles

des faces M situées à l'extérieur (1). L'incidence de r sur r'' , ou de toute autre face de chaque pyramide sur celle qui est adjacente à sa base, est de 159 d. 44'; celle de la même face sur

(1) Le groupement absorbe, pour ainsi dire, les autres faces qui naîtraient symétriquement aux précédentes sur des cristaux solitaires.

celle qui lui est opposée derrière le cristal, est de 20 d. 32' ; celle de r sur r ou de r sur r' , est de 120 d. 26' ; et celle de r' sur la face de retour, est de 129 d. 2'. J'appelle cette variété *arragonite apotome*. Quant aux caractères physiques, leur diversité dans les deux substances ne m'ont pas paru assez marquées pour s'opposer à la réunion de celles-ci dans une même espèce.

On voit, par ce qui précède, que la cristallisation de l'arragonite a une forte tendance pour faire naître des groupes qui ont cela de remarquable, qu'ils offrent un tout dont les parties sont tellement coordonnées, qu'on le prendrait souvent pour un prisme qui aurait été produit à la manière des cristaux simples ; et lors même que le groupement s'annonce par les saillies que forment les sommets des cristaux composans, les faces primitives M, M (*fig. 5*) restent toujours parallèles à un axe commun ; en sorte que la surface latérale du groupe conserve l'empreinte de la forme prismatique. La double pyramide hexaèdre (*fig. 11*) que j'ai décrite plus haut, présente un assortiment analogue. On dirait que l'arragonite n'échappe que par accident à cette tendance vers le groupement, puisque jusqu'ici le département de la Doire est le seul endroit qui ait offert ce minéral sous des formes pures. On sait que rien n'est si familier à la cristallisation que les groupemens. On en trouve de nombreux exemples dans presque toutes les espèces, et en particulier dans celle de la chaux carbonatée ; mais cet effet provient de la formation simultanée de plusieurs cristaux dans un même espace, où ils se
sont

sont ensuite réunis en vertu de leur accroissement ; au lieu que chaque cristal d'arragonite est un assemblage symétrique de cristaux particuliers liés étroitement les uns aux autres. Cette complication de pièces de rapport, que la cristallisation substitue ici à la simplicité ordinaire de la structure, est une nouvelle singularité ajoutée à celle que présente ce minéral, lorsqu'on le compare à la chaux carbonatée sous le double rapport de la chimie et de la minéralogie.

Les expériences que j'ai faites sur la réfraction des deux substances tendent à indiquer entre elles une nouvelle différence de nature. On sait que les rhomboïdes de chaux carbonatée doublent les images des objets vus à travers deux de leurs faces prises parmi celles qui sont parallèles ; et pour que cet effet ait lieu, il suffit que l'objet, tel qu'une épingle ou une ligne tracée sur un papier, soit en contact avec la face opposée à celle qui est tournée vers l'œil. J'ai pris un fragment transparent d'un prisme hexaèdre d'arragonite du département du Puy-de-Dôme, ayant la structure représentée *fig. 2*, et j'ai regardé à travers deux de ses pans parallèles, tels que mno , $xphk$ (*fig. 10*), un fil délié de métal que je faisais mouvoir près du pan opposé à celui par lequel entrait le rayon visuel. Quelle que direction que je donnasse à ce fil, l'image paraissait simple : la distance entre les deux pans était d'environ 8 millimètres ou 3 lignes et demie. Je plaçai ensuite le même fil sous un rhomboïde de chaux carbonatée dont l'épaisseur n'était que la moitié de
Volume 23. R

celle du prisme d'arragonite, et l'image fut doublée d'une manière sensible.

Dans cette expérience, les deux pans du prisme d'arragonite à travers lesquels je regardais le fil, étaient parallèles à l'une des faces M, M (fig. 5) de l'octaèdre primitif; d'où il suit qu'elles étaient inclinées à l'axe de cet octaèdre qui passe par les angles E, E' . Ainsi le corps réfringent se trouvait dans un cas analogue à celui où les images sont doublées, lorsqu'on emploie la chaux carbonatée. De plus, le prisme était divisible, dans toute son épaisseur, parallèlement aux mêmes pans; en sorte que le groupement ne paraissait pas devoir influer ici sur la marche des rayons.

Un autre prisme a été taillé de manière que son épaisseur se trouvât diminuée de moitié, d'où il suit qu'un des deux prismes composans, tels que U, T (fig. 2) compris dans la première épaisseur, avait été supprimé. L'image a conservé sa simplicité, tandis qu'avec un rhomboïde de chaux carbonatée qui était moins épais, l'effet de la double réfraction avait encore lieu.

Avant d'aller plus loin, je dois prévenir que la plupart des cristaux d'arragonite ont dans leur intérieur des nébulosités, des glaces ou autres défauts accidentels qui nuisent à la netteté de la vision, quand on s'en sert pour regarder de loin la flamme d'une bougie; en sorte qu'on voit souvent plusieurs images de cette flamme groupées confusément, et dont il serait difficile d'assigner le nombre (1). On pare

(1) Lorsqu'on met un fil en contact avec le prisme d'arragonite, comme dans les expériences précédentes, on a

à cet inconvénient en appliquant sur la face opposée à celle qui est du côté de l'œil, une carte percée d'un trou d'épingle, qui faisant l'office de diaphragme, supprime une grande partie des rayons dont les aberrations produiraient de fausses images (1). J'ai employé aussi un morceau d'arragonite détaché d'un prisme analogue à la fig. 2, et taillé de manière que les deux faces réfringentes fussent parallèles aux bases de ce prisme. Un fil vu à travers ce morceau paraissait simple, ce qui au reste ne prouverait rien, parce qu'alors les deux faces réfringentes étaient situées parallèlement à l'axe $E E'$ (fig. 5) de l'octaèdre primitif (2).

J'ai regardé ensuite à travers le même prisme l'image de la flamme d'une bougie placée à la distance de plusieurs mètres. M. Biot, en se servant d'un arragonite taillé de la même manière, a vu trois images de la flamme, dont chacune se soudivisait en trois autres (3). Voici

soin de choisir les parties diaphanes et exemptes de tout ce qui pourrait offusquer les images.

(1) L'inconvénient dont il s'agit, a également lieu avec d'autres substances, telles que la chaux fluatée dont la réfraction est simple. La même précaution le fait disparaître.

(2) Les prismes hexaèdres réguliers de chaux carbonatée, qui sont diaphanes, ne doublent pas les images des objets vus à travers deux de leurs pans opposés, c'est-à-dire, à travers deux faces réfringentes, situées parallèlement à l'axe du rhomboïde primitif, c'est une seconde limite à laquelle parvient ici la réfraction, indépendamment de celle qui donne les images simples à travers deux faces perpendiculaires à l'axe.

(3) *Nouveau Bulletin des sciences de la Société philomathique*, t. 1, p. 34.

ce que l'observation m'a offert à l'aide du cristal dont j'ai parlé. Lorsque je n'employais point le diaphragme, je voyais une multitude d'images qui, à mesure que je faisais tourner le prisme autour d'un axe horizontal, ou que je l'inclinais soit vers la droite, soit vers la gauche, avaient des mouvemens très-diversifiés. Ces images paraissaient composer plusieurs systèmes, en sorte que celles qui appartenaient à un même système, marchaient dans un même sens, et que celles qui étaient relatives à différens systèmes se croisaient par des mouvemens contraires. Elles n'étaient pas simples, et la plupart se soudivisaient en trois ou quatre qui se touchaient. Pour débrouiller cette complication, j'appliquai le diaphragme sur la face réfringente tournée vers la lumière, et alors les images devinrent simples et beaucoup moins nombreuses; assez souvent je n'en voyais que trois dont les deux extrêmes tournaient autour de celle du milieu, jusqu'à un certain terme, pendant la rotation du prisme, et disparaissaient ensuite pour faire place à d'autres. En variant la position du trou d'épingle, je parvins à ne plus apercevoir que l'image du milieu, en sorte que pour faire reparaitre les deux autres, il fallait donner au prisme un mouvement d'inclinaison plus ou moins considérable. Or si l'arragonite avait par sa nature la propriété de faire subir neuf réfractions à la lumière, cette propriété devrait subsister dans le rayon qui passe par le trou d'épingle, quel que fût le point qui répondît à cette ouverture, et il en serait ici de l'arragonite comme des substances qui, ayant

par elles-mêmes la double réfraction, en manifestent constamment les effets dans les expériences semblables à celles dont je viens de parler. On a donc tout lieu de croire que les images qui semblent se jouer dans un cristal d'arragonite autour de l'image principale, dépendent du groupement ou de la réflexion sur les parois intérieures du cristal (1).

J'ai soumis à l'expérience deux autres portions de cristal, taillées de manière que l'une des faces réfringentes étant toujours parallèle à la base du cristal dont elles avaient été détachées, l'autre faisait avec elle un angle de 10 à 15 degrés. L'un des prismes provenait d'un arragonite d'Auvergne, appartenant à la variété représentée *fig. 2*, et l'autre d'un arragonite d'Espagne, ayant la structure indiquée par la *fig. 9*. Avec l'arragonite d'Auvergne, muni de son diaphragme, je voyais assez constamment quatre images de la flamme, dont les deux du milieu étaient sans iris, et les deux extrêmes étaient teintes de couleurs prismatiques. Lorsque j'employais un fil métallique, comme objet de la vision, ces dernières images étaient faibles et semblables à des ombres. L'arragonite

(1) La chaux carbonatée présente un phénomène à peu près du même genre que celui dont il s'agit ici. Lorsqu'on regarde une lumière à travers un rhomboïde de cette substance, on voit, indépendamment des deux images données par la réfraction, d'autres images qui, dans ce cas, proviennent évidemment des rayons réfléchis par les parois intérieures, et qui repassent dans l'air en se dirigeant vers l'œil.

d'Espagne n'offrait que deux images, en sorte que ses effets se réduisaient à la double réfraction occasionnée par l'inclinaison respective des faces réfringentes. M. Malus, officier du génie, que le beau travail qu'il prépare sur l'optique a mis dans le cas de s'exercer aux expériences les plus délicates en ce genre, a bien voulu vérifier lui-même la plupart de celles que je viens de citer, et les résultats de ses observations se sont trouvés d'accord avec ceux que j'avais obtenus.

Les expériences dans lesquelles j'ai employé une portion d'arragonite prismatique coupé transversalement, ont offert des phénomènes si variables, qu'on ne peut méconnaître, ainsi que je l'ai déjà remarqué, l'influence du groupement et de la réflexion dans ce que ces phénomènes ont d'extraordinaire. La seule expérience qui mérite d'être comptée dans la discussion relative à la question présente, est celle qui donne des images simples à travers deux faces primitives situées parallèlement sur un cristal d'arragonite. Le caractère distinctif qui en résulte est d'autant plus remarquable, que la propriété opposée, celle d'offrir des images doubles dans le même cas, appartient presque exclusivement à la chaux carbonatée, le soufre étant jusqu'ici le seul minéral qui la partage avec elle.

Une autre différence que je ne dois pas omettre, quoiqu'elle n'ait pas à beaucoup près la même importance que les précédentes, est celle qui se tire de la manière d'agir de la chaleur. J'ai détaché de petits fragmens d'un morceau

d'arragonite transparent, et d'autres d'un morceau de chaux carbonatée dite *spath d'Islande*. Je les ai présentés successivement à la flamme d'une bougie, sans employer le chalumeau. Ceux qui provenaient de l'arragonite se convertissaient presque aussitôt en une poussière blanche dont les grains étaient lancés autour de la flamme par une espèce de petite explosion. Les fragmens de chaux carbonatée restaient intacts, et conservaient même long-tems leur transparence; à moins qu'ils ne fussent extrêmement petits. Lorsque les deux substances ne sont plus dans leur état de perfection, la différence entre les effets est moins marquée: ainsi les morceaux d'arragonite fibreux et presque opaques blanchissent seulement et deviennent friables par l'action de la chaleur. La chaux carbonatée blanchâtre, et qui n'est que translucide, décrépité souvent et se disperse en éclats; mais si l'on a soin de chauffer le fragment par degrés, en l'approchant doucement de la flamme, de manière à prévenir l'effet de la décrépitation, il ne se divise plus. Il en résulte que plus les deux substances approchent de la transparence, plus aussi l'une devient altérable par un degré de chaleur auquel l'autre résiste; en sorte que dans la circonstance où elles se prêtent le mieux à une comparaison exacte, c'est-à-dire dans celle où elles ont atteint cet état de perfection qui est comme la limite de leurs différentes modifications, leurs effets sont opposés.

En résumant tous les caractères énoncés dans ce Mémoire, on trouve que l'arragonite diffère

de la chaux carbonatée par une dureté beaucoup plus considérable, par une pesanteur spécifique plus grande, mais seulement dans le rapport d'environ 29 à 27, par un éclat plus vif, par une forme cristalline incompatible avec celle de l'autre substance, par une réfraction simple dans les mêmes cas où celle de la chaux carbonatée est double, enfin par une résistance plus faible à l'action de la chaleur.

D'après cet ensemble de caractères, on distinguera toujours facilement l'arragonite de la chaux carbonatée, tant que ses cristaux se prêteront à l'observation des mêmes caractères; mais cette substance subit, comme une multitude d'autres, des modifications qui l'écartent de son état de perfection. Elle forme des faisceaux composés d'aiguilles plus ou moins déliées, et passe par degrés du tissu fibreux à l'aspect d'une masse compacte où tous les indices de cristallisation ont disparu. Elle se rapproche alors des variétés analogues que présente la chaux carbonatée, en sorte qu'il est difficile de les distinguer l'une de l'autre. Il reste cependant des indices qui peuvent aider à éviter la méprise. Les aiguilles de chaux carbonatée, lorsqu'on les brise, offrent des faces brillantes, inclinées trois à trois autour d'un même sommet; au lieu que celles d'arragonite n'ont de joints naturels bien sensibles que parallèlement à leur axe: de plus, elles conservent une différence d'éclat avec celles de l'autre substance. Les relations de position que les variétés de forme indéterminable ont avec celles qui sont cristallisées, offrent un nou-

veau moyen de reconnaître ce qui appartient au domaine de chaque substance. Dans le département du Puy-de-Dôme, on suit de l'œil tous les passages qui lient avec l'arragonite cristallisé régulièrement, les variétés en masses fibreuses et compactes. Il existe à Montmartre des concrétions mamelonées, dont le tissu est fibreux, du genre de celles qu'on appelle *albatre*, et qui sont plus dures que la chaux carbonatée ordinaire; en sorte que leur nature pourrait paraître douteuse, si on les considérait isolément: mais on observe souvent, à la surface des mamelons que produit cette substance, des pyramides triangulaires qui indiquent une tendance vers la forme de la variété de chaux carbonatée que j'ai nommée *spiculaire*, et qui abonde sur des concrétions stratiformes que l'on trouve dans le même endroit; d'où l'on doit conclure que les premières appartiennent à la chaux carbonatée. Il en est de même de celles que j'ai appelées *fistulaires*, et qui ont ordinairement, à l'endroit de leur axe, un tube évidemment composé de chaux carbonatée; en sorte que, quand il est isolé, on peut le diviser mécaniquement dans des sens parallèles aux faces du rhomboïde primitif. On ne peut douter que toutes les couches opaques et quelquefois fibreuses qui enveloppent ce tube ne soient de la même nature, d'autant plus qu'assez souvent les molécules finissent par se déposer à la surface, sous la forme de pyramides analogues à celles des cristaux calcaires. Mais je partage l'opinion de M. Cordier, ingénieur des mines, au

que la forme en général n'étant autre chose que l'assemblage des plans qui limitent un espace, il est possible que tel espace, par exemple celui qui répond à un cube, soit occupé tantôt par les molécules de tel acide et de telle base, tantôt par celle d'un autre acide et d'une autre base. Ces diverses molécules élémentaires seront comme des pièces de rapport dont les figures et l'assortiment pourront varier, de manière que les plans extrêmes conservent toujours les mêmes positions respectives. Mais on ne conçoit pas que des élémens qui seraient les mêmes quant à leurs qualités, à leurs quantités respectives et à leur mode d'aggrégation, pussent donner naissance à des molécules intégrantes de deux formes différentes, sur-tout si les dimensions de ces molécules n'ont aucune mesure commune, ainsi que dans le cas présent. Cette diversité ne peut être que l'effet d'une cause qui a influé d'une manière quelconque sur la composition, et l'on est forcé de séparer les substances qui présentent les deux formes.

Les caractères physiques se réunissent à celui que fournit la géométrie des cristaux, pour indiquer la même séparation. J'ajoute que le minéralogiste, en l'admettant, ne fait que se conformer à un principe émis par le célèbre auteur de la *Statique chimique* (1), et qui a même ici d'autant plus de force, qu'il suppose tacitement que l'arragonite, consi-

(1) Tome I, page 436.

déré sous le rapport de la chimie, ne diffère en aucune manière de la chaux carbonatée. « Une même composition dans les minéraux, dit ce savant, peut donner naissance à des qualités physiques assez différentes, pour qu'il soit nécessaire de les séparer. Ainsi l'on ne devra pas confondre le cristal de roche avec le silex, quoiqu'ils aient une même composition ». Or, on peut dire que l'arragonite diffère beaucoup plus de la chaux carbonatée par ses caractères physiques, que le silex ne diffère du cristal de roche. Ces deux dernières substances ont presque la même dureté et la même pesanteur spécifique, et il y a des morceaux de silex qui passent presque immédiatement à l'état de quartz cristallisé. Ainsi la minéralogie a des données plus que suffisantes pour faire de l'arragonite une espèce distinguée de la chaux carbonatée, en la plaçant toutefois à côté d'elle dans un même genre. Mais l'adoption que j'ai faite d'une nomenclature puisée dans le langage de la chimie française, ne permet pas encore de changer le nom d'*arragonite*, quoique vicieux (1), pour y en substituer un qui ait, comme tous les autres, l'avantage précieux d'exprimer la nature des principes composans, autrement

(1) Ce nom est tiré de celui du royaume d'Arragon, dans lequel on a d'abord trouvé l'arragonite. Les principes d'une bonne nomenclature me paraissent exiger que les noms de pays ne soient employés que pour désigner des individus, comme les noms empruntés des couleurs ne doivent servir qu'à désigner des variétés.

on aurait deux noms identiques pour des espèces différentes. Le véritable nom sera suggéré par l'observation ou par la découverte qui donnera la solution du problème, en remontant jusqu'à la cause, quelle qu'elle soit, des diversités que présentent les propriétés de l'arragonite, comparées à celle de la chaux carbonatée.

SUR LE DUSODILE, NOUVELLE ESPÈCE MINÉRALE.

Par M. L. CORDIER, Ingénieur des Mines.

LA nouvelle substance bitumineuse que je vais faire connaître, a été trouvée en Sicile par Dolomieu. Les échantillons recueillis par ce célèbre minéralogiste arrivèrent à Paris il y a environ dix ans; j'en fis alors la description sous ses yeux, mais différentes circonstances nous empêchèrent de la publier. Je la donne aujourd'hui, en suivant la formule descriptive de M. Haüy.

Le dusodile est à l'état *compacte*, et se présente sous forme de masses irrégulières qui se délitent avec la plus grande facilité en feuillets extrêmement minces. Voici ses caractères.

Caractère essentiel. Brûlant avec une odeur bitumineuse extrêmement forte et fétide; résidu terreux considérable.

Caractères physiques. Pesanteur spécifique, 1,146.

Dureté : facile à couper et à réduire en feuillets extrêmement minces et très-cassans.

Elasticité : les feuillets sont un peu flexibles.

Couleur : le gris-verdâtre.