

trouvent encombrés, comme il arrive souvent en mer, lorsque le mauvais temps retient les marins dans l'entrepont des vaisseaux. Je ne doute pas qu'un jour mes concitoyens ne me sachent gré de l'emploi qu'ils auront fait du moyen que je propose.

M É M O I R E

Sur une espèce de loi particulière à laquelle est soumise la structure de certains cristaux, appliquée à une nouvelle variété de carbonate calcaire ;

Par le C.^o HAÜY.

L'ÉTUDE de la cristallisation a pour objet principal de ramener au plus petit nombre de lois possible, un des résultats les plus féconds et les plus diversifiés de l'affinité qui sollicite les molécules des corps. La théorie de ces lois fait dépendre toutes les formes cristallines relatives à une même substance, d'une forme unique, inscrite dans chacune d'elles, et enveloppée de lames qui décroissent par des soustractions régulières de molécules similaires. La même théorie fournit des formules générales qui servent à déterminer, dans chaque cas particulier, le nombre, les figures et les inclinaisons respectives des plans qui composent la surface du cristal observé ; et l'existence des lois que représentent ces formules est prouvée par la conformité des mesures prises immédiatement sur le cristal, avec celles qu'indique le calcul.

Mais on demandera peut-être si l'étude dont il s'agit ne serait point une de ces spéculations oisives, plus propres à satisfaire la curiosité, qu'à conduire vers un but d'utilité réelle ! Telle paraît être l'opinion de quelques personnes qui regardent la théorie

de la cristallisation, comme une sorte de luxe, qui ne peut qu'embellir, par des accessoires intéressans, l'édifice de la science, mais ne doit point entrer parmi les matériaux destinés à en composer les fondemens et les parties principales.

On pourrait répondre que ce sont les théories qui font les véritables sciences, parce qu'elles seules réunissent dans une même vue une foule de faits qui, sans elles, resteraient épars, et n'auraient aucun lien commun; mais en renfermant le mot de *science* dans la signification qu'on y attache ordinairement, lorsqu'il s'agit d'histoire naturelle, c'est-à-dire, en ne prétendant exprimer par ce mot que la connaissance des êtres et la détermination des caractères qui peuvent servir à les faire distinguer les uns des autres, il est aisé de prouver, ce me semble, que l'étude de la théorie des cristaux est bien éloignée d'être stérile, même relativement à ce dernier objet; et qu'ici, comme en mille autres circonstances, ce que la vue de l'esprit a aperçu, peut avoir une heureuse influence, même sur les observations qui semblent ne demander que des yeux attentifs.

Le calcul relatif aux lois de la structure, sert à déterminer non-seulement les formes connues, mais celles qui ne sont encore, à notre égard, que dans l'ordre des possibles. Or cette fécondité de la théorie fournit un moyen pour décider si telle variété de cristal, récemment observée, appartient, ou non, à la substance dont on la soupçonne d'être originaire. Car, si l'on trouve une loi simple et régulière de décroissement qui, en partant de la forme primitive de cette substance, soit susceptible de produire le cristal donné, il en résultera une forte présomption en faveur du

rapprochement soupçonné. Si, au contraire, le calcul ne conduit à aucune loi admissible de décroissement, on en conclura que le cristal est d'une espèce différente. La théorie fournira ainsi une méthode d'exclusion, qui servira à tracer les limites qui circonscrivent le domaine de chaque substance, et les résultats du calcul seront pour le chimiste des espèces d'avis propres à le diriger dans ses analyses. C'est d'après une semblable méthode, que j'ai reconnu plus de dix espèces de substances différentes, parmi celles dont les naturalistes avaient composé le genre du schorl.

Ce que je viens de dire se rapporte à la classification des minéraux; mais la théorie offre de plus des caractères distinctifs, susceptibles de se combiner avantageusement avec ceux qui seraient puisés dans d'autres sources, pour aider l'observateur à reconnaître la place qu'un minéral occupe dans le système. Car la forme primitive à laquelle cette théorie ramène toutes les autres formes, n'est pas simplement hypothétique; elle est donnée par la manière dont on peut diviser le cristal, en suivant les joints naturels de ses lames composantes. Cette division a lieu indifféremment dans toutes les parties du cristal; on peut l'obtenir en opérant sur des fragmens informes, et même sur les produits lamelleux de la cristallisation confuse. Or, quoique ce soit ici une affaire d'observation, qui ne paraisse pas exiger que l'on ait fait une étude suivie de la théorie, il n'est cependant pas difficile de concevoir combien cette étude donne d'avantages à l'observateur pour mieux se reconnaître, et démêler plus facilement les traits de la forme primitive sous l'enveloppe infiniment variable qui la masque. La division mécanique peut donc intervenir dans une

multitude de cas , avec les autres caractères , pour déterminer l'espèce d'une substance.

Ainsi le sulfate barytique , parmi les trois plans qui concourent à la formation de chaque angle solide de sa forme primitive , en a toujours deux qui sont perpendiculaires sur le troisième et très-sensiblement inclinés entr'eux. Dans le petunse (feldspath) , il n'y en a qu'un seul qui soit perpendiculaire sur l'un des deux autres. Dans le carbonate calcaire , on peut toujours obtenir un angle solide composé de trois angles plans obtus et égaux entre eux. Dans le fluat calcaire , l'angle solide est formé au contraire tantôt par trois et tantôt par quatre angles plans de 60.^d Dans le *sclerotome* (1) (spath adamantin) , les trois angles plans approchent beaucoup de l'angle droit , &c. La mesure des inclinaisons respectives des faces , donnée d'avance par la théorie , et prise ensuite à l'aide du goniomètre , rend les observations de ce genre encore plus décisives. Il n'est pas même toujours nécessaire d'entamer un cristal , pour déterminer le

(1) J'ai donné à la substance dont il s'agit , la dénomination de *sclerotome* , qui indique la propriété qu'elle a de servir à scier des corps durs , tels que les pierres qu'on appelle *gemmes*. Le mot de *spath* si équivoque , en ce qu'il désigne des substances très-différentes par leur nature , devrait être pros crit de la minéralogie , et cependant on a continué , depuis plusieurs années , de le rendre encore plus vicieux , en l'appliquant à des substances récemment découvertes. Par un autre abus de langage , on a donné aux noms de plusieurs nouvelles espèces de pierres la terminaison *lithe* , qui signifie elle-même , *une pierre* , comme si les minéraux ainsi dénommés , étaient plutôt des pierres que le rubis , l'émeraude , la topase et tant d'autres. On ne paraît pas sentir assez combien le choix des mots influe sur l'étude des choses , et combien il est fâcheux que ces signes représentatifs de nos idées nuisent à la justesse et à la netteté de ces idées elles-mêmes.

sens de ses joints naturels. Il ne faut quelquefois que le faire mouvoir à la lumière du soleil ou d'une bougie , pour y apercevoir , lorsqu'il est transparent , des reflets intérieurs qui indiquent si la position des plans que la division mécanique mettrait à découvert , est parallèle aux faces extérieures ou aux arêtes , ce qui peut suffire , dans nombre de cas , pour lever l'équivoque. J'ose assurer qu'avec un peu d'adresse et d'exercice , on se rend familière , en peu de temps , cette manière de lire , en quelque sorte , le nom d'une substance sur ses lames composantes.

J'observerai à ce sujet , que les mélanges de substances étrangères qui modifient la composition des minéraux , n'influent point sur leur forme primitive , dont les angles se conservent sans aucune altération. Ainsi , tandis que les produits de l'analyse varient continuellement à l'égard des différens morceaux d'une même substance , sans que l'opération puisse faire distinguer par elle-même les principes essentiels de ceux qui ne sont qu'accidentels , la théorie fournit un point fixe autour duquel toutes les observations viennent se rallier. Elle dégage , en quelque sorte , la substance qu'elle considère , de toutes les parties hétérogènes qui en altèrent la pureté. Le grès , ou plutôt le carbonate calcaire quartzeux de Fontainebleau , soumis à la division mécanique , présente le noyau rhomboïdal obtus , formé des molécules du carbonate qui seul a déterminé la cristallisation ; et le rhomboïde aigu circonscrit à ce noyau , a ses angles prononcés avec autant de netteté et de précision que celui du carbonate calcaire transparent et homogène de Cousons.

Ajoutons que l'espèce de géométrie qui sert à obtenir les résultats de la théorie , a beaucoup de

rapport avec celle qui est d'un usage continuel dans les arts , et en particulier dans l'art du mineur. C'est la géométrie des plans, celle qui consiste à considérer leurs intersections mutuelles , à calculer les angles qui en résultent , à déterminer les positions relatives de deux solides différens , dont l'un est engagé dans l'autre. De ces considérations naissent une foule de problèmes qui pourraient déjà paraître intéressans , quand ils n'auraient qu'un objet purement idéal, et qui ont ici l'avantage de s'appliquer à la géométrie même de la nature.

D'après tout ce que je viens de dire, j'espère que les connaissances relatives à la structure des cristaux ne paraîtront pas étrangères à l'objet de ce journal, qui d'ailleurs n'est pas seulement destiné pour ceux que leur état appelle à l'étude des minéraux, mais aussi pour ceux-mêmes qui, en cultivant cette étude, ne suivent que leur goût particulier, et l'attrait qu'inspirent par elles-mêmes les productions de la nature.

Je supposerai le lecteur instruit des principes de la théorie, qui ont déjà été publiés dans plusieurs ouvrages (1), et je me bornerai ici au simple raisonnement, et à l'indication des résultats auxquels le calcul m'a conduit. Les géomètres pourront vérifier par eux-mêmes ces résultats.

La variété de carbonate calcaire cristallisé, qui va me servir à développer un nouveau résultat de la théorie, a été trouvée récemment par le citoyen *Tonnellier*, dont on connaît les talens en histoire naturelle. Un coup d'œil jeté en passant sur une

(1) Essai d'une Théorie sur la structure des cristaux, Paris 1784. (Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1784 et suiv. Journal de Physique, août 1793; &c.)

carrière

carrière de craie, lui fit apercevoir des cristaux qui, vus de plus près, fixèrent particulièrement son attention par la nouveauté de leur forme, et dont il s'attacha à recueillir le plus grand nombre qu'il lui fut possible. Il en a déposé un bel échantillon dans le cabinet de la maison d'instruction pour l'exploitation des mines. La carrière dont il s'agit, est située à l'extrémité des faubourgs de Saint-Julien-du-Sault, district de Joigny, département de l'Yonne.

La *figure I.ère* représente cette variété dégagée de quelques facettes, dont je parlerai bientôt. Sa surface est composée de douze trapézoïdes *demk*, *femo*, &c. et de douze rhombes *abcd*, *adef*, &c. assortis comme dans le carbonate calcaire analogique (1), mais ayant des mesures d'angles toutes différentes. Il en résulte que si l'on supprime les six rhombes par la pensée, le cristal se changera en un dodécaèdre, qui aura du rapport avec le carbonate calcaire métastatique, par la disposition générale de ses plans, mais qui sera plus élané. Voici la mesure des angles de ce cristal, déterminée par le calcul théorique, et vérifiée par l'observation:

Inclinaison de *demk* sur *femo*, $153^{\text{d}} 13' 58''$, et sur *cdkh*, $92^{\text{d}} 3' 10''$; inclinaison de *adef* sur *adcb*, ou sur *afgb*, $78^{\text{d}} 27' 47''$.

Angles plans du trapézoïde *demk*: *emk* est de $39^{\text{d}} 0' 38''$; *dkm* est de $121^{\text{d}} 41' 39''$; *dem* est de $140^{\text{d}} 59' 22''$; *edk* est de $53^{\text{d}} 18' 21''$.

Angles du rhombe *adef*: *a* ou *e* est de $75^{\text{d}} 31' 20''$; *d* ou *f* est de $104^{\text{d}} 28' 40''$.

La *fig. II* représente le même cristal augmenté

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1778, page 32. Journal de Physique, août 1793.

Journ. des Mines, Brumaire, an IV. B

de 12 facettes, qui remplacent deux à deux les arêtes les plus saillantes dk , fo , &c. de la forme précédente. Ces facettes ont leurs plus longs bords exactement parallèles entre eux, et l'inclinaison respective de celles qui se réunissent sur une même arête xy , est de $144^d. 20' 26''$, la même que celle des faces du carbonate calcaire métastatique.

Développons maintenant la structure de cette variété, que je nomme *carbonate calcaire paradoxal*, pour la raison que je dirai dans un instant. J'ai déjà fait connaître (1) une modification particulière de la loi des décroissemens, qui consiste en ce que les soustractions se font par des molécules doubles, triples, &c. des véritables, d'où il résulte que les bords des lames de superposition ne sont plus parallèles, ni aux arêtes, ni aux diagonales de la forme primitive, mais à des lignes comprises entre les unes et les autres. De-là le nom de *décroissemens intermédiaires* que j'ai donné à ces décroissemens particuliers.

Soit $abcd$ (*fig. III.*) une des faces du noyau du carbonate calcaire. Concevons que les lames appliquées sur ce noyau décroissent vers leurs angles latéraux b , d , par des soustractions de molécules doubles, semblables à celles qui auraient pour bases les parallélogrammes $begf$, $ehig$, $fgkl$, &c. et que les soustractions aient lieu par une simple rangée de ces molécules doubles; dans ce cas, les bords décroissans des lames de superposition répondront successivement aux lignes ef , or , hl , mn , &c., lesquelles sont inclinées, soit

(1) Journal de Physique, août 1793. Annales de Chimie, juin 1793, page 269.

sur les arêtes bc , de , soit par rapport à la diagonale ac .

On conçoit que, dans la même hypothèse, il se formera au-dessus de chacun des rhombes du noyau, tel que $abcd$, deux faces composées de la somme de tous les bords décroissans dont nous venons de parler, et qui iront se couper sur une arête commune, située dans un plan qui passerait par la diagonale ac , et serait perpendiculaire sur le rhombe $abcd$. Le cristal secondaire aura donc douze faces qui seraient des triangles scalènes, si elles existaient seules.

Telle est la loi qui produit les trapézoïdes $demk$, $femo$, $cdkh$, &c. (*figure I.ère*). Les arêtes les plus saillantes dk , fo , sont celles qui répondent aux diagonales obliques ac (*figure III.*) du noyau; mais une seconde loi se combine avec la précédente, pour produire les rhombes $adef$, $abcd$, &c. (*figure I.ère*), à l'aide d'un décroissement ordinaire, par une rangée sur les mêmes angles bd (*figure III.*), parallèlement à la diagonale ac . C'est de cette loi que dérive le rhomboïde aigu du carbonate calcaire, le même que celui qui existe dans les cristaux connus sous le nom de *grès de Fontainebleau*. Pour obtenir le noyau de ce rhomboïde, il faut le diviser sur les arêtes analogues à ad , af , ab (*figure I.ère*), qui sont contiguës aux sommets; et tel est aussi le sens de la division mécanique à laquelle se prête le cristal dont il s'agit ici.

Quant aux facettes qui remplacent les arêtes les plus saillantes dk , fo , &c., et qui sont représentées *figure II*, elles appartiennent, ainsi que nous l'avons dit, au cristal métastatique, c'est-à-dire qu'elles proviennent d'un décroissement par

deux rangées sur les bords inférieurs *bc*, *dc* (*figure III.*) du noyau. Pour que ces facettes aient leurs longs côtés exactement parallèles, il faut que chaque arête du cristal métastatique, telle que *xy* (*figure II.*), sur laquelle deux de ces facettes se réunissent, soit inclinée à l'axe, précisément de la même quantité que l'arête *dk* qu'elle remplace; et c'est ce qui suit évidemment des résultats du calcul.

J'avais déjà observé les effets des lois intermédiaires sur quelques cristaux métalliques, tels que ceux qui appartiennent au fer de Framont, et à certaines pyrites. En développant la théorie de ces lois par le calcul, j'étais parvenu récemment à de nouveaux résultats qui m'ont paru dignes d'attention, mais qui n'étaient encore qu'hypothétiques. Ces résultats se trouvent réalisés dans les cristaux rapportés par le citoyen *Tonnellier*, et je vais essayer de faire concevoir en quoi ils consistent.

On sait que, pour obtenir le noyau du cristal métastatique, il faut faire passer les plans coupans par les arêtes situées sur la partie moyenne du cristal, et auxquelles répondent les lignes *ly*, *ny*, *ir*, *tr*, &c. (*figure II.*). Or, si l'on conçoit de même des plans qui passent par les arêtes *hk*, *km*, *mo*, &c. (*fig. I.ère*), on parviendra, au moyen de cette division, qui n'est qu'hypothétique, à un rhomboïde qui se trouvera parfaitement semblable au rhomboïde aigu du carbonate calcaire. C'est une suite nécessaire du parallélisme des lignes dont il s'agit, avec les arêtes inférieures *cd*, *de*, *ef*, &c. des rhombes *abcd*, *adef*, &c. qui, comme nous l'avons dit, appartiennent à ce même rhomboïde aigu.

Or le calcul fait voir que si l'on substitue le rhom-

boïde aigu au véritable noyau, le dodécaèdre qui aurait pour faces les plans *demk*, *femo*, &c., prolongés jusqu'à ce qu'ils s'entrecoupent par leurs parties supérieures, pourra résulter d'une loi simple de décroissement par trois rangées sur les bords inférieurs de ce noyau fictif. Ce résultat, auquel la forme du cristal se prête, semble tenir du paradoxe, en ce qu'il renferme une application des lois ordinaires de la théorie à un cas purement idéal, comme si la cristallisation eût pris le change à l'égard du noyau sur lequel elle a travaillé, quoique dans la réalité, la forme primitive qui sert de base à la variété dont il s'agit, soit la même que dans tous les autres cristaux. C'est de-là que j'ai tiré la dénomination de *carbonate calcaire paradoxal*.

Mais il y a mieux, et la théorie généralise ce résultat, en prouvant qu'une loi intermédiaire quelconque, de l'espèce de celles dont nous venons de parler, produira toujours un dodécaèdre, qui sera de même enté sur un noyau fictif d'une telle forme, que si on le substitue par la pensée au véritable noyau, le dodécaèdre pourra en résulter, au moyen d'une loi admissible de décroissement, et que ce noyau fictif, à son tour, pourra être considéré comme une forme secondaire, produite par une autre loi de décroissement, sur les angles ou sur les bords du véritable noyau.

Il y a un cas où le noyau fictif prendrait la forme du véritable, dont il ne différerait que par sa position. Alors le cristal secondaire serait semblable au métastatique, mais aurait une toute autre structure.

Au moyen des formules auxquelles je suis parvenu, étant donné le nombre des rangées

soustraites en vertu de la loi d'où dépend réellement la structure du dodécaèdre, on peut aisément trouver la loi de la structure purement hypothétique, ou réciproquement; et l'on a de même des formules applicables à chacune de ces deux lois, et d'où l'on déduit les mesures des angles, en sorte que l'on est conduit à deux solutions du même problème, qui se servent l'une à l'autre comme de contre-preuve.

CARBONATE CALCAIRE PARADOXAL.

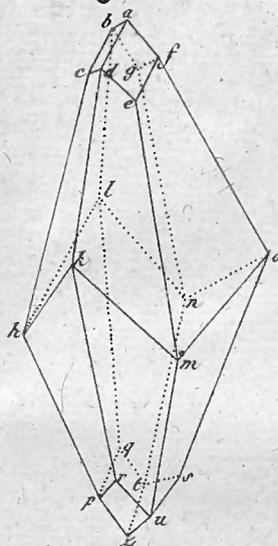
Fig. 1^{re}

Fig. 2.

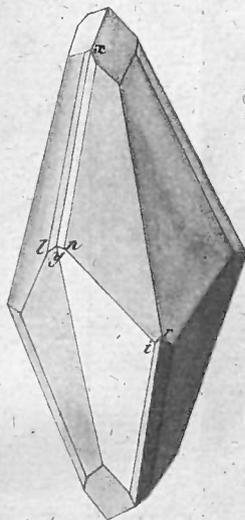
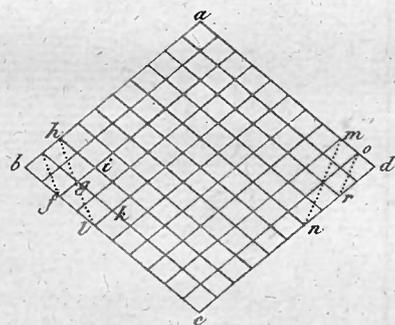


Fig. 3.



CARBONATE CALCAIRE PARADOXAL.

Fig. 1^{re}

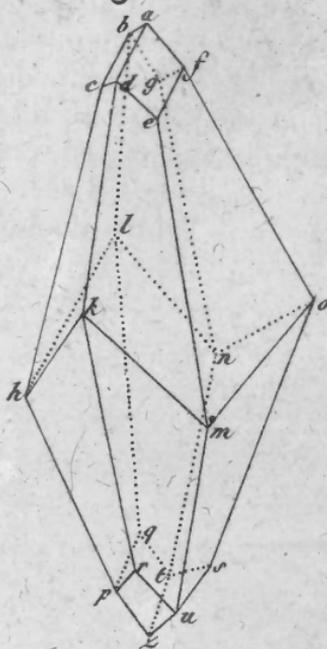


Fig. 2.

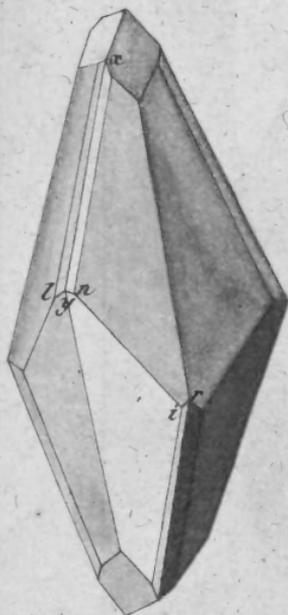


Fig. 3.

