

toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié de ses ouvriers, celui des produits en nature de son exploitation, et celui des matériaux employés.

ART. VIII. Conformément à l'art. 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses exploitations qu'à un individu qui justifiera des facultés nécessaires pour bien conduire les travaux.

Conformément à l'art. 25 de l'acte du gouvernement du 5 janvier 1815, il ne pourra employer en qualité de maîtres mineurs, ou chefs particuliers des travaux, que des individus qui auront travaillé dans les mines comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, au moins pendant trois années consécutives.

ART. IX. Le concessionnaire se soumettra aux lois et réglemens intervenus ou à intervenir sur le fait des mines; il devra exploiter de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers, la conservation des mines, et les besoins des consommateurs. Il se conformera, en conséquence, aux instructions qui lui seront données par l'Administration des mines, et par les Ingénieurs du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

ART. X. Le concessionnaire ne pourra abandonner aucune partie de ses travaux, sans en avoir prévenu le Préfet du département, trois mois à l'avance.

---

## MÉMOIRE

SUR

### LE PYROXÈNE ANALOGIQUE;

PAR M. HAÛY.

---

DEPUIS que le pyroxène a été séparé de l'amphibole, de la tourmaline, de l'axinite, de l'épidote, etc., auxquels Romé de l'Isle (1), le baron de Born (2), et d'autres minéralogistes l'avaient associé sous le nom commun de *schorl*, on a découvert successivement, dans divers pays, des substances qui en diffèrent par leurs caractères extérieurs, mais qui m'ont paru n'en être que de simples variétés, d'après les applications des lois de la structure à leurs formes cristallines. Ces substances, au nombre de six, sont la sahlite ou malacolite, et la cocolithe, que M. d'Andrada a décrites le premier, et qui faisaient partie de la riche récolte qu'a procurée à ce savant célèbre son voyage en Suède et en Norwège (3); la baïkalite, ainsi nommée par les minéralogistes de Russie, à cause de son gisement près

---

(1) *Cristallogr.*, tome II, page 344 et suivantes.

(2) *Catalogue méthodique et raisonné de la collection des fossiles* de Mademoiselle Éléonore de Raab, t. I, page 158 et suivantes.

(3) Voyez le *Journal de Physique*, tome II, page 239 et suivantes.

du lac Baïkal (1); la mussite et l'alalite dont nous devons la connaissance à M. de Bonvoisin, qui les avait trouvées en Piémont dans les vallées de la Mussa et d'Ala (2); enfin la fassaïte découverte, il y a environ trois ans, dans la vallée de Fassa en Tyrol, ce qui lui a fait donner, par M. Werner, le nom que je viens de citer, auquel d'autres minéralogistes ont substitué celui de *pyrgom* (3).

Les premiers observateurs de ces diverses substances n'avaient pas hésité à en faire autant d'espèces particulières. Il est même très-probable que l'idée du pyroxène ne s'était offerte à aucun d'eux, tant ces substances lui res-

(1) Je dois avertir que, pendant plusieurs années, on a débité ici, sous ce nom de *Baïkalite*, une variété d'amphibole aciculaire blanc-jaunâtre (tremolite, W.). Je me suis aperçu de la méprise, en examinant des cristaux de la véritable baïkalite, qui m'ont été envoyés par M. Heuland, et que j'ai reconnus pour appartenir au pyroxène.

(2) Le premier article que j'ai imprimé sur ces deux substances, avait pour but de prouver qu'elles devaient être réunies au pyroxène. *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, tome XI, page 77, et *Journal des Mines*, tome XXIII, page 145.

Cet article avait été précédé d'une note insérée dans ce dernier *Journal*, tome XX, page 63, par M. Tonnelier, où il expose l'opinion que j'avais émise dans une de mes leçons publiques, à laquelle il avait assisté, savoir: que la mussite et l'alalite formaient deux variétés d'une espèce particulière à laquelle j'avais donné le nom de *Diopside*. L'article dont j'ai parlé d'abord ne me paraît laisser aucun doute sur la justesse de la détermination que j'ai bientôt substituée à celle qui résultait des observations faites sur le seul cristal que j'eusse à ma disposition, et qui n'était pas susceptible de se prêter à des mesures précises.

(3) Voyez le tome III des *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, page 120 et suivantes.

semblent peu par les caractères qui parlent aux yeux, tels sur-tout que le ton de couleur et l'aspect général de la forme. Il n'y avait pas même lieu à imaginer ici un de ces passages d'une espèce à l'autre, que l'on trouve indiqués dans plusieurs traités, et les résultats des découvertes récentes, en s'introduisant dans celle dont le pyroxène est le type, auraient paru ramener la confusion que ses anciennes alliances avaient répandue autour de lui.

Plus récemment, M. Werner a introduit dans sa méthode un changement qui consiste à réunir dans une même famille, sous le nom de *famille des augits*, toutes ces substances, à l'exception de la *fassaïte*, dont il a fait une espèce particulière, et qu'il a rangée dans une autre division, à côté de la *vesuvian* et du *grossular* (1).

(1) Voyez le A. G. Werner's Letztes Mineral-System, 1817, publié après sa mort. Voici le tableau des espèces comprises dans la famille des augits:

1. KOKKOLITH. Cette espèce comprend le pyroxène granuliforme, dont la couleur est d'un vert plus ou moins clair, et la variété d'amphibole que l'on a nommée *Pargasite*.
2. AUGIT. Werner en a fait quatre sous-espèces, qui sont:
  - a. KÖRNICHER AUGIT. Cette sous-espèce renferme le pyroxène granuliforme dont la couleur est le vert noirâtre foncé, et de plus les cristaux arrondis et mal prononcés de pyroxène, particulièrement ceux d'Arendal.
  - b. BLÄTRICHER AUGIT. Les variétés réunies sous ce nom appartiennent pour la plupart à l'amphibole. Cette sous-espèce ne renferme plus la substance du saualpef, à laquelle on a donné le même nom, et

Le but principal de ce mémoire est la description d'une nouvelle variété de pyroxène, qui me paraît mériter d'autant mieux d'être connue, qu'elle réalise des propriétés géométriques remarquables, qui s'ajoutent à celles que j'avais déduites des applications de la théorie à la structure des formes primitives, dérivées du prisme rhomboïdal oblique.

La forme des cristaux de cette variété que représente la *fig. 1*, Pl. V, est celle d'un prisme droit hexaèdre symétrique, terminé par des sommets tétraèdres, dont les faces  $\alpha$ ,  $\beta$ , etc., naissent sur les quatre bords de la base, qui étant prolongés deux à deux, convertiraient en rhombe l'hexagone auquel appartient cette base. Il en résulte que si l'on prolonge de même par la pensée les pans  $\mu$ ,  $\mu$ , et ceux qui leur correspondent derrière le cristal, ainsi que les faces du sommet adjacentes à ces pans, le solide deviendra un prisme rhomboïdal droit (*fig. 2*) terminé par des pyramides droites quadrangulaires. La couleur des mêmes cristaux est le noir-grisâtre. Celle de leur poussière est d'un gris-verdâtre très-pâle. Leur surface n'a qu'un léger degré de luisant, joint à un certain air d'âpreté, qui n'em-

dont M. Werner a fait une espèce à part, sous le nom de *Karinthin*.

c. MUSCHLICHER AUGIT.

d. GEMEINER AUGIT.

3. BAIKALIT.

4. SAHLIT.

5. DIOPSIT. Elle comprend l'alalite et la mussite.

M. Werner a placé la *gélénit* seule entre la famille des augits et celle des vésuviens, comme un intermédiaire qui sert à lier ces deux familles.

pêche pas que les plans dont elle est l'assemblage, ne se prêtent par leur niveau à une mesure exacte de leurs incidences respectives. Les fragments aigus ne rayent pas le verre, mais fortement la chaux fluatée. Les lames minces vues par transparence, sont d'un vert-clair. La cause qui offusque cette couleur, lorsqu'on regarde les cristaux par réflexion, se décèle elle-même à l'approche d'une aiguille aimantée, dont le mouvement très-sensible annonce la présence du fer interposé entre leurs molécules intégrantes (1). La même cause altère la netteté des joints naturels, mis à découvert par la division mécanique. Mais, à l'aide d'une vive lumière, je les ai aperçus très-sensiblement, et ils indiquaient, pour la forme primitive, un prisme rhomboïdal oblique, semblable à celui du pyroxène, et divisible de même, suivant des plans menés par les diagonales des bases.

C'est à la générosité de M. Bredsdorff, minéralogiste danois d'un mérite distingué, que je suis redevable des cristaux de la nouvelle variété dont je viens d'ébaucher la description. Il les tenait d'un voyageur qui les avait trouvés dans la vallée de Fassa, mais qui ne put lui indiquer d'une manière précise la roche dont il avait détaché le groupe formé de leur assemblage. Il s'était borné à lui dire qu'ils occupaient un terrain primitif. Le morceau offre effectivement

(1) Les cristaux de Fassaïte, dont la couleur est le vert-olivâtre, dans l'état de fraîcheur, passent au noir-brunâtre dans certaines parties du terrain environnant, et alors ils agissent aussi sur l'aiguille aimantée; en même temps leur dureté se trouve diminuée, en sorte qu'ils ne rayent pas le verre, comme le font les premiers.

des indices d'un terrain de ce genre, par les lames de talc dont sa surface est couverte à certains endroits, et dont les unes sont d'un blanc nacré, et les autres d'un vert obscur.

Parmi les diverses substances que j'ai citées au commencement de ce mémoire comme devant être réunies au pyroxène, la fassaïte (1) est celle avec laquelle la nouvelle variété a le plus d'analogie, soit par ses caractères extérieurs, soit par son gisement. A la vérité la forme de ses cristaux n'a aucune ressemblance au premier coup d'œil avec ceux de la fassaïte, non plus qu'avec aucun des cristaux de pyroxène observés jusqu'ici. Mais la fassaïte elle-même avait déjà offert un exemple digne d'attention, en cachant pour ainsi dire, sous une physionomie toute particulière, ses rapports intimes avec le pyroxène, et c'était pour moi une invitation à m'assurer si la cristallisation n'avait pas opéré ici une seconde métamorphose, non moins inattendue que la première.

Je commençai par mesurer les angles des nouveaux cristaux, et je trouvai environ  $51^{\circ}$  pour l'incidence de  $\mu$  sur  $\mu$  (*fig. 1*), ce qui donnait  $115^{\circ} \frac{1}{2}$  pour celle de  $\mu$  sur  $r$ . Un calcul simple me fit connaître que ces incidences résultaient d'un décroissement sur les bords  $G, G$  (*fig. 3*), dont le signe est  $G^3 G$ . L'incidence de  $\mu$  sur  $\mu$  (*fig. 1*), qui répond à cette

(1) J'ai exposé les preuves qui se déduisent des lois de la structure en faveur du rapprochement de cette substance avec le pyroxène, dans un article qui fait partie du tome III des *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, page 120 et suivantes.

loi, est exactement de  $51^{\circ} 18'$ , et celle de  $\mu$  sur  $r$  de  $115^{\circ} 39'$ .

Je mesurai ensuite l'inclinaison de  $s$  sur  $s$ , et je la trouvai sensiblement égale à celle des pans  $M, M$  (*fig. 3*), de la forme primitive, qui est de  $87^{\circ} 42'$ . Celle de  $\zeta$  sur  $\zeta$  était la même, par une suite de ce que la pyramide est droite. L'égalité dont il s'agit était d'autant plus facile à vérifier, qu'il suffisait d'ouvrir d'abord les alidades du goniomètre, de manière qu'elles fussent en contact immédiat avec les pans  $M, M$  (*fig. 3*), pris sur un cristal de pyroxène d'une forme bien prononcée, et de les porter ensuite sur les faces  $s, s$  (*fig. 1*). L'observation faisait voir qu'elles s'y appliquaient avec la même exactitude.

Cette sorte de transport d'un des angles de la forme primitive sur une forme secondaire offrait un cas analogue à celui de la variété de chaux carbonatée nommée pour cette raison *métastatique*, et qui pouvait également avoir lieu à l'égard d'un noyau différent du rhomboïde; et quant à la pyramide droite que formaient les faces  $s, \zeta$ , l'égalité en sens contraire des inclinaisons des mêmes faces était dans l'ordre des résultats possibles de la cristallisation relative au prisme rhomboïdal, par suite d'une propriété géométrique dont il jouit, et que je rappellerai dans l'instant.

Les considérations qui précèdent m'ont fourni le sujet d'un problème général, dont le but est de déterminer la condition à laquelle doit satisfaire le rapport entre les dimensions d'une forme primitive du genre de celle dont il s'agit ici, pour qu'il y ait une forme secondaire analogue à celle

que représente la *fig. 2*, qui soit susceptible d'offrir comme celle-ci des faces terminales telles que  $\mathfrak{s}, \mathfrak{s}$  et  $\mathfrak{z}, \mathfrak{z}$  inclinées entre elles de la même quantité que les pans  $M, M$  (*fig. 3*) du noyau.

Je vais exposer la méthode que j'ai suivie dans la solution du problème proposé. En jetant un coup d'œil attentif sur la forme secondaire (*fig. 2*), on conçoit aisément que les décroissemens qui donnent les faces obliques dont j'ai parlé, agissent à la manière de ceux que j'appelle *intermédiaires* sur les parties du noyau situées à la naissance de ces faces. Pour faciliter la solution, j'ai eu recours à un moyen dont je me suis servi dans la détermination des formes secondaires originaires d'un rhomboïde, et dont les faces sont produites de même par des décroissemens intermédiaires sur les angles de ce rhomboïde. Il consiste à lui substituer un noyau hypothétique susceptible de donner naissance aux mêmes faces par des décroissemens ordinaires. A l'aide d'un calcul facile, on détermine la relation entre la forme secondaire et le noyau hypothétique, et l'on ramène ensuite les décroissemens dont il s'agit, à ceux qui ont lieu par des lois intermédiaires sur la véritable forme primitive.

Cela posé, je prends pour noyau hypothétique le prisme droit  $m\downarrow$  (*fig. 4*), dont la base  $m\lambda a\lambda'$  est semblable et égale à celle de la pyramide droite, qui a pour faces les triangles  $\mathfrak{s}, \mathfrak{s}$  (*fig. 2*), et ceux qui répondent à  $\mathfrak{z}, \mathfrak{z}$ , dans la partie opposée. Je considère ces mêmes faces comme produites en vertu d'un décroissement ordinaire sur les bords  $a\lambda, a\lambda', m\lambda, m\lambda'$  (*fig. 4*). Il est évident que les diagonales  $am, \lambda\lambda'$  de la base de ce prisme, et sa hauteur  $a\downarrow$  dont dépend la mesure du décrois-

sement qui donne les faces  $\mathfrak{s}, \mathfrak{s}$  sont en rapport avec les dimensions correspondantes de la véritable forme primitive. Je suppose l'arête  $a\downarrow$  égale à l'axe de la pyramide  $\mathfrak{s}, \mathfrak{s}$  (*fig. 2*), d'où il suit que le décroissement est censé avoir lieu par deux rangées en hauteur.

Soit  $tv$  (*fig. 5*), cette même forme déjà représentée (*fig. 3*). Par le point  $a$  (*fig. 5*), je fais passer un plan  $almi$ , qui coupe perpendiculairement les arêtes  $uy, kx$ , et qui d'après la propriété du prisme rhomboïdal oblique, passe par l'extrémité inférieure de l'arête  $tm$  opposée à  $av$ . Ce plan est ce que j'ai nommé la coupe transversale du prisme rhomboïdal. Ayant mené les diagonales  $il, am$ , du rhombe  $almi$ , qui coïncide avec cette coupe, je désigne par  $g$  la moitié  $ol$  de la première, et par  $h$  la moitié  $ao$  de la seconde.

Maintenant, pour représenter d'une manière générale le rapport entre les dimensions du noyau hypothétique, et celles du prisme rhomboïdal, je supposerai que la diagonale  $am$  (*fig. 4* et *5*), soit constante, auquel cas on aura toujours (*fig. 4*),  $ao = p$ . Désignant ensuite  $o\lambda$  par  $g'$ , et  $a\downarrow$  ou l'axe de la pyramide  $\mathfrak{s}, \mathfrak{s}$  (*fig. 2*), par

$h'$ , je fais  $g' = \frac{g}{m}$  et  $h' = hm'$ . Nous verrons dans

la suite que  $g'$  est toujours plus petite que  $g$ . Quant à la quantité  $m'$ , elle peut être, suivant les cas, un nombre entier ou fractionnaire.

Soient  $as\lambda, as\lambda'$  (*fig. 6*), les deux faces  $\mathfrak{s}, \mathfrak{s}$  (*fig. 2*), et  $\lambda a\lambda'$  le même triangle que *fig. 4*. Soit de plus  $\lambda s\lambda'$  (*fig. 6*), un plan mené par la diagonale  $\lambda, \lambda'$  et par l'axe  $os$  de la pyramide  $\mathfrak{s}, \mathfrak{s}$  (*fig. 2*). Je tire  $ao$  (*fig. 6*), puis  $oz$  perpendi-

culaire sur  $as$ , et ensuite  $\lambda z$ . L'angle  $\lambda z o$  mesure la moitié de l'incidence de  $s$  sur  $s$  (*fig. 2*), d'où il suit que dans l'hypothèse d'une égalité entre cette incidence et celle de  $M$  sur  $M$  (*fig. 3*), on aura  $o\lambda : oz :: g : p$ . Pour représenter analytiquement les conditions d'où dépend cette égalité, j'exprime le rapport de  $o\lambda$  à  $oz$  (*fig. 6*), en fonctions de  $g, p, h, m, m'$ .

Nous avons déjà  $ao = p$ , et  $o\lambda = g' = \frac{g}{m}$ .

$$\text{De plus } oz = \frac{ao \cdot os}{\sqrt{(ao)^2 + (os)^2}} = \sqrt{\frac{p^2 h^2 m'^2}{p^2 + h^2 m'^2}}$$

$$\text{Donc } \frac{g}{m} : \sqrt{\frac{p^2 h^2 m'^2}{p^2 + h^2 m'^2}} :: g : p, \text{ ou } \frac{1}{m^2} = \frac{h^2 m'^2}{p^2 + h^2 m'^2},$$

$$\text{et } p^2 + h^2 m'^2 = h^2 m^2 m'^2, \frac{p^2}{h^2} = (m^2 - 1) m'^2, \text{ d'où}$$

$$\text{l'on tire } p^2 : h^2 :: m^2 - 1 : \frac{1}{m'^2}.$$

On voit que l'égalité des deux incidences sera toujours possible, sous la condition que  $p^2$  soit un carré diminué de l'unité, et  $h^2$  un carré parfait. Je suppose ici  $p^2 = m - 1$  et  $h^2 = \frac{1}{m'^2}$ , parce

qu'il est toujours possible de mettre la proportion sous la forme convenable, pour que ces égalités aient lieu. On voit de plus que celle des deux incidences est indépendante de la valeur de  $g$ , puisque cette quantité disparaît dans le calcul. Les deux équations citées donnent, l'une  $m = \sqrt{p^2 + 1}$ , l'autre  $m' = \frac{1}{h}$ . La première indique le rapport qui doit exister entre  $g'$  et  $g$ ,

quelle que soit la valeur de cette dernière, pour que le but du problème soit rempli, et la seconde fait connaître le rapport qui doit avoir lieu, dans le même cas, entre  $h'$  et  $h$ . C'est une suite de ce que  $g' = \frac{g}{m}$  et  $h' = h m'$ .

J'ai dit que  $g'$  ou  $o\lambda$  (*fig. 4*), est toujours plus petite que  $g$ . C'est ce qu'il est facile de prouver; car  $o\lambda : oz$  (*fig. 6*),  $:: g : p$ . Or,  $ao = p$ ; mais  $oz$  qui est un des côtés adjacens à l'angle droit dans le triangle rectangle  $aos$  sera toujours plus petite que l'hypoténuse  $ao$ . Donc, si l'on met la proportion sous cette forme  $o\lambda : g :: oz : p$ ,  $oz$  étant plus petite que  $p$ , il faudra que  $o\lambda$  soit aussi plus petite que  $g$ . Donc, etc.

Les dimensions que j'ai assignées à la forme primitive du pyroxène dans mon *Traité de Minéralogie* (1) et dans mon *Tableau comparatif* (2) ont précisément le rapport convenable pour que l'égalité des deux incidences ait lieu. Car j'ai indiqué pour le rapport des deux lignes, qui dans cette même forme répondent à  $am$  et  $mt$  (*fig. 5*), celui de  $\sqrt{12}$  à 1, ou de  $2p$  à  $h$ ; d'où il suit que  $p^2 : h^2 :: 3 : 1 :: 4 - 1 : 1$ , ce qui satisfait à la condition exigée. Il est même remarquable que ce rapport soit le plus simple possible parmi tous ceux qui partagent la même propriété. Dans le même cas,  $h' = \frac{1}{h} = 1$ , d'où il suit que l'axe de la pyramide  $s, s$  (*fig. 2*), est

(1) Tome III, page 81.

(2) Page 177.

égal à l'arête  $a \downarrow$  (*fig. 4*). A l'égard de la dimension  $g$ , qui n'entre pour rien dans le résultat final du calcul, j'ai supposé que son rapport avec  $p$  était celui de  $\sqrt{12}$  à  $\sqrt{13}$ . Or, si l'on fait  $ao$  ou  $p$  (*fig. 5*),  $= \sqrt{13}$ ,  $ol$  ou  $g = \sqrt{12}$ , on a

$$o\lambda = \frac{g}{m} = \frac{g}{\sqrt{p^2+1}} = \frac{1}{2} g, \text{ d'où l'on conclut}$$

que le décroissement qui donne les pans  $\mu, \mu$  (*fig. 2*), a pour signe  $G^3 G$ . L'accord qui existe entre l'observation et le résultat de la théorie, relativement à l'incidence des mêmes pans, calculée d'après la loi dont il s'agit, fournit une preuve de plus en faveur de la justesse du rapport  $\sqrt{12}$  à  $\sqrt{13}$ , pour celui de  $g$  à  $p$ .

Il restait à découvrir les décroissemens d'où dépendaient les faces  $\mathfrak{S}, \zeta$ , rapportées à la véritable forme primitive. Je me bornerai à en donner les expressions comprises dans le signe représentatif suivant, qui s'étend à toutes les faces de la nouvelle variété.

$${}^3G^3 \cdot H^1 \left( \begin{array}{c} 6 \\ 5 \end{array} ED^2 G^3 \right) \left( \begin{array}{c} 2 \\ 1 \end{array} E^2 B^2 G^1 \right).$$

Je joins ici les mesures des angles.

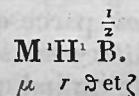
Incidence de $\mu$ sur $\mu$ .....	51 <sup>d.</sup>	18'
$\mu$ sur $r$ .....	115	39
$\mu$ sur le pante retour.	128	42
de $\mathfrak{S}$ sur $\mathfrak{S}$ , ou de $\zeta$ sur $\zeta$ .	87	42
$\mathfrak{S}$ sur $\zeta$ .....	159	26
$\mathfrak{S}$ sur $r$ .....	110	17
$\mu$ sur $\mathfrak{S}$ ou sur $\zeta$ .....	143	7

Signe représentatif du noyau hypothétique

(*fig. 7*), considéré comme forme secondaire du véritable (*fig. 3*).



Signe représentatif de la variété analogique (*fig. 1*), considérée comme forme secondaire du noyau hypothétique (*fig. 8*).



$\mu \quad r \quad \mathfrak{S} \text{ et } \zeta$

On peut appliquer ici au système de cristallisation du pyroxène ce que j'ai dit ailleurs de la chaux carbonatée (1). C'est que toute la différence entre les décroissemens ordinaires et ceux qu'on appelle *intermédiaires*, consiste en ce que les premiers sont simples par eux-mêmes, au lieu que les intermédiaires, étant compliqués lorsqu'on les considère immédiatement, se résolvent en deux décroissemens ordinaires du nombre des plus simples, dont l'un fait dépendre le noyau hypothétique du véritable, et l'autre lie la forme proposée au noyau hypothétique. Dans ces sortes de cas, la cristallisation semble ne s'écarter de la route ordinaire qui aboutit à la simplicité, que pour y revenir par une route différente.

Si l'on suppose que dans la forme représentée (*fig. 2*), les pans  $\mu, \mu$  soient remplacés par les pans primitifs  $M, M$  (*fig. 3*), et que les faces  $\mathfrak{S}, \mathfrak{S}$  (*fig. 2*), ou  $\zeta, \zeta$  se rapprochent du centre, en

(1) Voyez les *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, tome XVIII, page 174.

restant parallèles à elles-mêmes, jusqu'à ce que les trois arêtes  $\downarrow, n, \omega$  soient devenues égales, le solide sera semblable à un dodécaèdre composé de deux pyramides droites, comme on le voit (*fig. 7*). C'est une suite de ce que les arêtes  $\downarrow, n, \omega$  (*fig. 2*), font entre elles des angles de  $120^\circ$ , et de ce que les incidences de  $\mathfrak{s}$  sur  $\mathfrak{s}$ , et de  $\zeta$  sur  $\zeta$  sont égales à celles de M sur M (*fig. 3*). Le dodécaèdre serait du genre des solides que j'appelle *anamorphiques*, parce que pour le mettre en rapport de position avec son noyau, il faudrait renverser celle qu'indiquerait son aspect, en donnant à son axe une direction horizontale. Il n'est pas impossible que la nature offre dans la suite à nos observations ce résultat curieux réalisé par la cristallisation. C'est la réunion de l'analogie que je viens d'exposer, avec celle qui dépend de l'égalité entre les incidences de  $\mathfrak{s}$  sur  $\mathfrak{s}$  (*fig. 2*), et de M sur M (*fig. 3*), qui m'a suggéré le nom d'*analogique*, que j'ai donné à la nouvelle variété de pyroxène.

Si du centre  $o$  (*fig. 5*), de la coupe transversale du noyau, on mène  $oz$  perpendiculaire sur

$at$ , on aura  $ol : oz :: g : \sqrt{\frac{4p^2 h^2}{4p^2 + h^2}}$ , et mettant

à la place de  $g, p, h$  leurs valeurs

$$\sqrt{36}, \sqrt{39}, \sqrt{13}, ol : oz :: \sqrt{36} : \sqrt{\frac{4 \cdot 39 \cdot 13}{4 \cdot 39 + 13}}$$

$$:: \sqrt{36} : \sqrt{\frac{4 \cdot 39}{13}} :: \sqrt{36} : \sqrt{12} :: \sqrt{3} : 1.$$

Ce rapport qui résulte de la combinaison des trois dimensions de la forme primitive est égal

à celui qui a été trouvé entre  $p$  et  $h$ . C'est par une suite de ce même rapport que dans le pyroxène triunitaire représenté (*fig. 10*), les faces  $l, s, s'$  et celles qui leur sont parallèles font entre elles des angles de  $120^\circ$ , en sorte que la forme du pyroxène est susceptible de donner naissance à deux hexagones réguliers, l'un dans le sens d'un plan qui passe par les arêtes de la base commune des deux pyramides du dodécaèdre (*fig. 9*), et l'autre dans le sens d'un plan qui coupe perpendiculairement les faces  $l, s, s'$  etc. et en même temps l'arête  $\varepsilon$ . Ce caractère de symétrie et la simplicité du rapport dont il dépend, achève de motiver, ce me semble, le choix des dimensions que j'ai données à la forme primitive du pyroxène.

Il pourrait arriver, que telles fussent les dimensions de la forme primitive, que les faces dont les incidences seraient égales eussent changé de positions, en sorte que l'une de ces incidences fût celle de  $\mathfrak{s}$  (*fig. 1*), sur la face  $\zeta$  qui lui est adjacente derrière le cristal, et l'autre celle de M (*fig. 3*), sur le pan de retour. Dans

ce cas, on aurait  $p^2 : h^2 :: m^2 - 1 : \frac{1}{m^2}$ . Pour vé-

rifier la propriété dont il s'agit, on mènerait  $oy$  (*fig. 6*), perpendiculaire sur  $\lambda s$ , puis  $ay$ , et substituant au rapport de  $ol$  à  $oz$  celui de  $ao$  à

$$oy, \text{ on trouverait } ao : oy :: \frac{p}{m} : \sqrt{\frac{g^2 h^2 m^2}{g^2 + h^2 m^2}}.$$

Cette formule est applicable à la forme primitive du plomb chromaté. Dans le prisme rhomboïdal qui la présente, le rapport des trois dimensions

$p, g, h$  est celui des nombres  $\sqrt{9}, \sqrt{10}, \sqrt{2}$  (1). Multipliaut par 8 les deux derniers, on a  $g : h :: \sqrt{80} : \sqrt{16}$  et  $g^2 : h^2 :: 81 - 1 : 16$ , rapport qui satisfait aux conditions du problème; mais il n'est pas probable que ce problème ait été résolu par la cristallisation, parce que les lois de décroissement d'où dépendent dans cette hypothèse les faces  $\mu, \sigma, \zeta$  (fig. 1), sont d'une complication qui les rend inadmissibles (2).

Il est facile de voir que le prisme romboïdal droit, pris pour forme primitive, est aussi susceptible d'avoir des dimensions assorties à la solution du problème. Il en est de même du prisme rectangulaire, soit droit, soit oblique. Mais je me borne ici à en faire la remarque.

La détermination de la variété analogique, déjà digne d'attention sous le point de vue de la théorie, a tourné de plus à l'avantage de la méthode, en donnant une nouvelle force aux motifs qui sollicitent la réunion de la fassaïte avec le pyroxène. Elle offre en même temps un exemple frappant de l'illusion que tendent à produire les indications des caractères extérieurs, d'après lesquelles on serait tenté de juger la

(1) Ce rapport diffère de celui que j'avais indiqué dans mon *Tableau comparatif*, sans pouvoir assurer qu'il ne fût pas susceptible de quelque correction (pages 248 et 249). J'ai été conduit au nouveau rapport par des mesures prises avec beaucoup de soin sur des cristaux d'une forme très-prononcée, que j'ai acquis depuis plusieurs années. J'ai réservé pour mes leçons publiques la correction suggérée par ces mesures, en attendant le moment de la faire connaître par la voie de l'impression.

(2) Le signe du décroissement relatif aux faces  $\mu$ , que je me borne ici à indiquer, est  $17G^{17}$ .

nouvelle variété tout-à-fait étrangère au pyroxène. C'est par une suite de la même illusion que l'on a évité de réunir à ce minéral les autres substances que j'ai citées. La méthode que j'ai suivie, et que je regarde comme la véritable, m'a fait découvrir au contraire des liens communs où l'on a cru apercevoir des lignes de séparation. J'ai commencé par écarter les modifications accidentelles et variables, qui étant susceptibles de se prêter à la manière de voir de l'observateur, lui donnent pour ainsi dire la faculté de composer avec ses yeux, et dont il ne peut tirer que des inductions de convenance qui n'emportent jamais la conviction avec elles. Je suis parti de ce qu'il y a de fixe et de constant dans les minéraux, et je me suis efforcé de mettre dans les déterminations que j'en ai déduites, cette précision qui ne nous laisse les maîtres ni de lui résister, ni de lui refuser notre confiance, parce que l'empire qu'elle exerce est fondé sur l'évidence qu'elle imprime à tout ce qu'elle touche.

Ce n'est pas que les déterminations dont il s'agit soient toujours fixées sans retour; mais lorsque cela n'a pas lieu, c'est parce que l'imperfection des objets n'a pas permis d'y appliquer assez exactement des principes certains en eux-mêmes. Il vient un moment où, mieux secondé par l'observation, on rectifie ses premiers résultats, en se servant des mêmes principes, et les corrections, loin de faire naître des préjugés contre eux, en deviennent la meilleure apologie.

Je terminerai ce mémoire par une digression, qui trouvera ici d'autant plus naturellement sa place, qu'elle est liée au sujet que je traite, et

qu'elle est, en quelque sorte, commandée par l'état actuel de nos connaissances.

Dans tout ce qui précède, je me suis borné à considérer sous le rapport de la cristallographie, la question qui a pour but de circonscrire dans ses véritables limites l'espèce dont le pyroxène est le type. Mais cette question a un autre point de vue qui est tourné vers la chimie, et sous lequel j'en avais déjà présentée dans mon *Tableau comparatif*, pour essayer de prouver que les résultats des analyses des diverses substances que j'ai réunies au pyroxène ne s'opposaient point à ce rapprochement. Les progrès qu'a faits plus récemment la philosophie de la même science, et dont on est redevable en grande partie aux importantes recherches de M. Berzélius, m'engagent à revenir aujourd'hui sur l'objet dont il s'agit, et c'est dans l'ouvrage même qu'a publié ce savant illustre, sous le titre de *Nouveau système de minéralogie*, que je puiserai les motifs qui me paraissent ajouter une nouvelle force à l'opinion où j'étais, que le défaut d'accord, au moins apparent, entre les deux sciences, provenait, non pas de ce que la cristallographie s'était trop pressée, mais de ce que la chimie se trouvait encore en retard vis-à-vis d'elle.

M. Berzélius n'a pas fait entrer la coccolithe, la sahlite, le diopside, etc., dans la série de espèces qu'embrasse sa méthode. Le pyroxène seul y est indiqué comme formant une espèce particulière (1). Le savant auteur expose dans les notes, placées à la suite de sa méthode, les raisons qui l'ont engagé à supprimer, au moins

(1) *Nouveau système de minéralogie*, page 216.

pour le présent, les autres substances. Il est même porté à croire que ce qui est déjà arrivé par rapport à d'autres minéraux dont la chimie a fini par sanctionner la réunion indiquée d'avance par la cristallographie, pourra bien se renouveler à l'égard de ceux dont il s'agit ici.

Dans cette hypothèse, les divergences qu'ont offertes leurs analyses, devraient être imputées à des mélanges de matières hétérogènes : sur quoi j'observerai que M. Berzélius ne considère pas ces sortes de mélanges comme les résultats d'une réunion fortuite de molécules étrangères, qui se seraient interposées çà et là entre les molécules propres de la substance dominante, de celle qui imprime au tout son caractère géométrique. Ces molécules, en vertu de leurs attractions réciproques, forment des composés particuliers, dont chacun est soumis au principe des proportions définies, aussi bien que la substance principale, en sorte que pendant la formation du minéral, tout marche conformément aux lois invariables de l'affinité, soit dans l'ensemble, soit dans les détails.

En appliquant cette belle idée aux diverses substances que les différences entre leurs caractères, telles que la couleur, le tissu, la transparence, etc., ont fait séparer du pyroxène, on trouverait la cause de ces différences elles-mêmes dans l'influence des composans additionnels, unis à la substance dominante. Les variations que subissent les formes des mêmes substances, dans le nombre et les positions respectives de leurs faces, et au milieu desquelles leur forme primitive commune persisterait sans aucune altération, seraient dues à la même influence

qui aurait modifié de diverses manières les lois de décroissemens auxquelles avaient été soumises leurs molécules intégrantes en se réunissant.

Cependant, quelque probable que paraisse à M. Berzélius la justesse des rapprochemens dont il s'agit, il pense qu'on ne doit pas regarder la chose comme décidée, avant qu'on ait pu concilier les résultats de l'analyse chimique avec ceux de la cristallographie. Il ne croit pas même qu'il fût impossible d'expliquer le défaut d'accord qui semblerait exister entre elles, dans le cas où l'analyse chimique aurait démontré, d'une manière évidente, une diversité de nature entre quelques-unes des substances citées, et il propose une explication qui semble être indiquée par l'analogie de plusieurs autres substances, dont les molécules intégrantes, très-distiguées par leur nature, ont absolument la même forme.

Mais je me permettrai de répondre que cette explication ne serait pas admissible dans le cas présent. Pour le prouver, je partirai d'une idée qui me paraît très-naturelle; c'est que les molécules élémentaires ont des formes déterminées comme les molécules intégrantes, en sorte que c'est de leur arrangement symétrique que résultent les formes de ces dernières. Or, on conçoit bien comment des molécules élémentaires, différentes par leur nature et leur configuration, peuvent, par des combinaisons variées, donner naissance à une même forme de molécule intégrante. Mais celles du pyroxène, de la sahlite, du diopside, etc., sont les mêmes quant à leurs qualités, et ne diffèrent que par leurs quantités respectives. Chacune de ces substances est com-

posée de silice, de chaux, de magnésie, d'alumine, d'oxide de fer et d'oxide de manganèse. Il faut excepter la mussite qui n'a point donné d'alumine. Mais ce principe dont la quantité n'est que de 1, 5 dans la coccolithe, et ne va guères au-delà de 3 dans les autres substances, pourrait bien être purement accidentel; et d'ailleurs, il resterait toutes ces dernières substances, qui seraient identiques par la nature de leurs élémens.

Or, puisque la forme de la molécule est la même dans toutes ces substances, il en résulte que la quantité des élémens communs, dont elle est l'assemblage, conserve entre elles le même rapport. Car, si l'on suppose qu'une ou deux de ces quantités soient plus grandes ou plus petites dans la molécule, par exemple, de la sahlite, que dans celle du pyroxène, elles n'auront plus la même relation avec les autres quantités; le compartiment que présentait l'ordre de la structure se trouvera changé, et ne pourra plus s'arranger symétriquement dans la même forme, comme dans un moule commun; et si l'on suppose de plus que la nouvelle forme soit encore symétrique, comme cela devrait être, le rapport entre ses dimensions n'étant plus le même, les formes secondaires qui en dériveront porteront le caractère d'un système différent de cristallisation (1).

(1) Je me propose de publier dans la suite un mémoire où je prouverai que les formes des molécules intégrantes, marquées d'un caractère particulier de symétrie, et qui doivent être regardées comme autant de limites, telles que le cube, le tétraèdre régulier, etc., sont les seules qui puissent être communes à des minéraux de nature différente.

L'observation prouve au contraire que ce caractère est constant dans toutes les substances citées, et ainsi je pense qu'il faut en revenir à l'opinion que la cristallographie a dit ce qu'elle devait dire, relativement à la question présente, et que c'est la chimie qui a besoin d'être interrogée de nouveau par l'expérience. Mais, quoi qu'il arrive, tout concourt à nous persuader que les deux sciences ne renferment en elles-mêmes aucune cause de divergence; qu'en marchant par des routes différentes, elles doivent arriver toujours aux mêmes vérités, et que la perfection d'une méthode minéralogique où elles soient par-tout en harmonie l'une avec l'autre, dépend uniquement de la condition, que l'exactitude et la précision de leurs résultats ne laissent plus rien à désirer.

---

## MÉMOIRE

SUR

### LA NATURE ET LE GISEMENT DU GYPSE DE BEX ET DES TERRAINS ENVIRONNANS,

Lu le 28 juillet 1818 à la Société Helvétique des Sciences naturelles  
assemblée à Lausanne;

PAR JOHANN DE CHARPENTIER,

DIRECTEUR DES MINES DU CANTON DE VAUD.

---

L'UNE des roches les plus intéressantes qui entrent dans la composition des montagnes du canton de Vaud et sur le gisement de laquelle les géognostes ont encore le plus de doutes, est sans contredit le gypse que l'on trouve au nord et au sud de la haute chaîne septentrionale des Alpes (1).

Les environs de Bex sont formés en partie de ce gypse; et c'est dans cette contrée que j'ai

---

(1) On distingue communément en Suisse deux chaînes dans les Alpes: l'une méridionale, qui est la chaîne centrale, sépare la Suisse de l'Italie; l'autre, septentrionale, se trouve placée entre le Valais et les cantons de Fribourg, de Berne, etc., depuis le lac de Genève jusqu'au Saint-Gothard, où elle se rattache à la chaîne centrale. Cette seconde chaîne ne peut être considérée à part que géographiquement; car elle se lie par une foule de rapports géologiques à la première, dont elle n'est séparée que par le Valais ou la vallée *longitudinale* où coule le Rhône, et on peut la regarder comme faisant partie du versant septentrional de la chaîne centrale.