

ÉLÉMENTS
DE
CRISTALLOGRAPHIE.

Imprimerie de **G. GRATIOT**, 40, rue de la Monnaie.

ÉLÉMENTS
DE
CRISTALLOGRAPHIE

PAR M. J. MULLER
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE FRIBOURG

Traduits de l'allemand et annotés
PAR JÉRÔME NICKLÈS



HARIS
A LA LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE-INDUSTRIELLE
DE L. MATHIAS (AUGUSTIN)
QUAI MALAQUAIS, 15
1847

AVANT-PROPOS.

La connaissance de la cristallographie est, dans l'état actuel de la science, indispensable au chimiste, car les plus importantes questions de la chimie n'ont pu être résolues que par une étude approfondie des formes cristallines; et ces questions lui demeureront étrangères, s'il n'est familiarisé au moins avec les lois de symétrie des différents systèmes cristallins.

Malheureusement la cristallographie n'est pas aussi répandue qu'on pourrait l'attendre de son importance. Cela tient nécessairement à la manière peu élémentaire dont elle est exposée, à peu d'exceptions près, dans les différents écrits qui en traitent, et qui ne sont accessibles qu'à un petit nombre de personnes.

Ceci n'est pas un reproche que nous voulions adresser aux auteurs de ces

ouvrages. Les fondateurs de la cristallographie systématique avaient une mission particulière à remplir, celle de créer une nouvelle branche des sciences naturelles ; ils n'ont pu en conséquence donner un caractère élémentaire à l'exposé de leurs doctrines.

Cette tâche plus humble revient à d'autres, et nous avons pensé que ce serait une œuvre utile de populariser l'étude de la cristallographie.

Nous prions nos lecteurs d'envisager sous ce point de vue le petit écrit que nous leur offrons. Il est extrait de l'édition allemande du *Traité de Chimie* de M. Graham, édition faite par M. Otto, et pour laquelle nous avons rédigé l'article *Cristallographie*.

Nous serions heureux s'il était accueilli favorablement par les personnes qui s'occupent de chimie.

J. MULLER.

ÉLÉMENTS

DE

CRISTALLOGRAPHIE.



En passant de l'état liquide à l'état solide, presque tous les corps affectent des formes régulières et terminées par des faces planes. Que cette solidification soit due à la séparation d'un corps de sa dissolution, ou au refroidissement d'une masse fondue, ces formes sont connues sous le nom de *cristaux*. La nature nous en fournit souvent de très nets, qui certes se sont formés de l'une ou de l'autre manière.

Quelquefois un corps gazeux se solidifie sans passer par l'état liquide, et ce chan-

gement est presque toujours accompagné de cristallisation. Exemples : formation de la rosée, sublimation du soufre, etc., etc.

La connaissance des formes cristallines est de la plus haute importance pour le chimiste et le pharmacien, car de tous les corps qui font l'objet de leurs études il y en a peu qui ne cristallisent ; ensuite la forme cristalline constitue un critérium pour reconnaître la pureté de ces corps en même temps qu'elle fournit des caractères à la distinction de substances semblables.

Un corps ne se présente en général que sous une seule et même forme, rarement, et ce n'est que dans de certaines conditions qu'il cristallise dans différentes formes, dans ce cas il est *dimorphe* ou *polymorphe*. L'expression *isomorphe* s'applique à des corps différents qui possèdent la même forme cristalline. Nous reviendrons tout à l'heure sur le dimorphisme et l'isomorphie.

- Géométriquement parlant, les cristaux

d'une même substance ne possèdent jamais une égalité ou une ressemblance absolues. Considérons, par exemple, deux cristaux de quartz, connus généralement sous le nom de cristal de roche. On les trouve quelquefois sous la forme régulière (fig. 1), souvent aussi sous celle qui est représentée fig. 2, mais presque toujours ils s'écartent

FIG. 1.

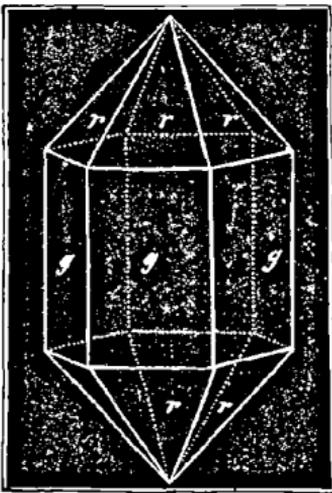
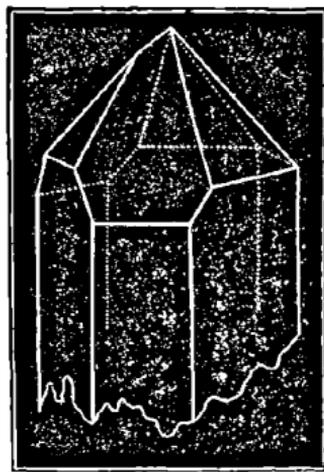


FIG. 2.



encore plus de la fig. 1; quelle que soit cependant la configuration de ces cristaux de

quarz, ils conservent toujours une forme type qui n'échappe pas même au commençant. Ce type est un prisme à six pans, terminé par une pyramide à six faces. Mais ces faces ne sont pas toujours aussi égales comme dans la fig. 1 ; certaines d'entr'elles prennent quelquefois plus d'extension que d'autres et offrent alors un aspect différent (fig. 2). Mais un examen plus attentif nous fait voir que, malgré toutes ces inégalités, *les angles des faces correspondantes sont constamment les mêmes pour le même corps*. C'est ainsi que l'angle que forme une face prismatique du cristal de roche avec sa voisine, est toujours de 120° ; celui de deux faces pyramidales voisines, de $133^{\circ} 44'$, etc., etc.

En décrivant ou en dessinant la forme cristalline d'un corps, on fait abstraction de toutes les configurations accidentelles et on considère toutes les faces correspondantes comme situées à égale distance du centre ;

on obtient alors une forme que nous appellerons *idéale*.

Les cristaux réels se rapprochent plus ou moins de cette forme, et malgré l'égalité inclinasion des faces, celles de même espèce ne sont pas toujours au même degré de développement, d'où il suit que l'aspect des cristaux s'écarte souvent notablement de celui de la forme idéale, de là une véritable difficulté pour le commençant de reconnaître la forme idéale dans une déformation produite par un inégal développement des faces.

Cette circonstance est très importante et il est bon d'y avoir égard. Nous aurons encore plus d'une fois occasion d'y revenir et de faire voir comment des faces de même espèce, en s'écartant inégalement du centre d'un cristal, peuvent totalement en changer l'aspect.

Pour faciliter l'examen des formes cristallines et pour avoir un point d'appui dans

l'étude de la position respective de leurs faces, on considère dans les cristaux certaines directions appelées *axes* et qui sont remarquables par la position symétrique que les faces affectent autour d'elles. Ainsi la ligne qui joint, dans la fig. 1, les sommets des deux pyramides hexagones est un axe, et les faces *g* du prisme à six pans (fig. 1) sont parallèles à cet axe; les faces pyramidales sont au contraire inclinées sur ce prisme d'une certaine quantité, la même pour toutes.

La position respective et le rapport des longueurs de ces axes ne sont pas les mêmes pour tous les cristaux; on distingue sous ce rapport six *systèmes cristallins* différents.

1° Le *système régulier*, à trois axes égaux et perpendiculaires entre eux;

2° Le *système quadraoctaédrique*, à trois axes perpendiculaires entre eux, mais dont deux seulement sont égaux;

3° Le *système hexagonal*, à quatre axes, dont

trois situés dans un même plan se coupent sous des angles de 60° , et dont le quatrième inégal est perpendiculaire au plan des autres ;

4^o Le *système rhombique*, à trois axes perpendiculaires entre eux et inégaux ;

5^o Le *système monoclinique*, à trois axes également inégaux ; mais deux de ces axes ne sont pas perpendiculaires entre eux, tandis que le troisième est perpendiculaire au plan des deux autres ;

6^o Le *système triclinique*, à trois axes inégaux dont aucun ne forme d'angle droit avec l'autre.

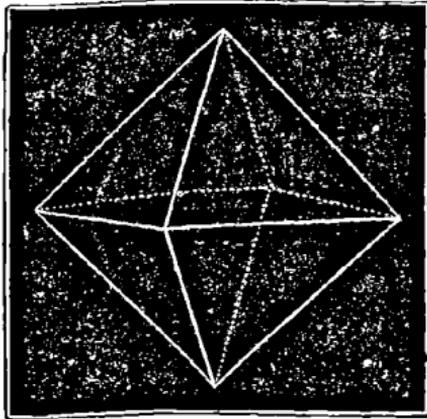
SYSTÈME RÉGULIER.

La forme primitive que l'on considère ordinairement dans ce système est l'octaèdre fig. 3. C'est un solide à huit faces triangulaires égales ; les axes en sont les lignes qui joignent les sommets opposés. Ces axes sont représentés fig. 4.

L'axe qui unit l'angle solide supérieur avec l'inférieur, ainsi que celui qui passe

de l'angle de gauche à celui de droite, n'est pas raccourci dans notre figure, mais

FIG. 3.



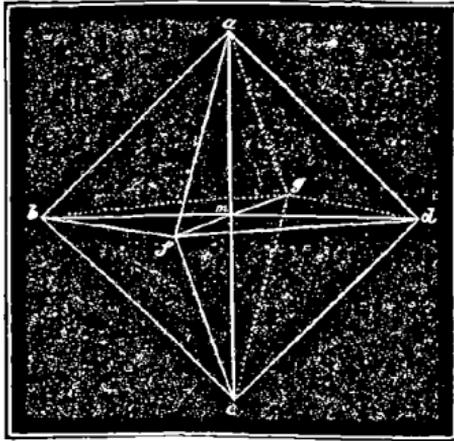
le troisième axe, celui qui est perpendiculaire au plan des deux autres, est raccourci.

L'octaèdre régulier a six angles solides parfaitement égaux : chacun de ces angles est formé de quatre arêtes égales. Cet octaèdre en possède douze qui sont identiques et chacune de ces arêtes est formée par deux faces octaédriques qui se coupent sous un angle de $109^{\circ}, 28'$.

Les quatre arêtes *ab*, *bc*, *cd*, et *da* (fig. 4.)

forment un carré; il en est de même des quatre arêtes af , fc , cg , et ga , ainsi que des quatre horizontales bf , fd , dg et gb .

FIG. 4



Tous les angles sont également éloignés du centre de la figure. Ce centre n'est autre chose que le point où ces trois axes se coupent, les demi-axes ma , mb , mc , md , me et mf , sont égaux entr'eux, ou, ce qui revient au même, chaque face octaédrique coupe ces trois axes à égale distance du centre.

L'octaèdre régulier est une forme propre

à une foule de produits naturels et artificiels. Tels sont le fer magnétique, les nitrates de plomb, de baryte et de strontiane, les différentes variétés d'alun, etc. Les cristaux d'alun s'obtiennent très beaux dans une dissolution saturée de ce sel, et en les tournant chaque jour on parvient à les avoir avec des faces parfaitement uniformes. Sans cette précaution on n'obtient en général que des cristaux qui ne se sont accrus que d'un côté, qui par conséquent ne se sont pas développés uniformément dans toutes les directions.

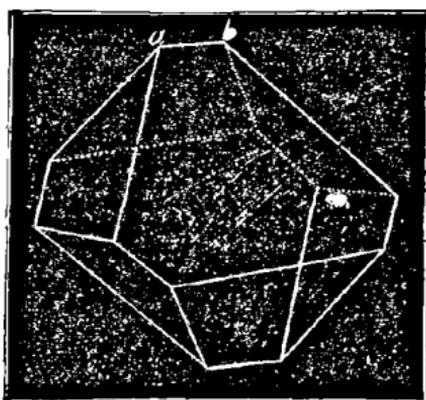
Un exemple fréquent de ce genre de monstruosité nous est fourni par l'alun.

Tel qu'il se prépare dans les fabriques, ce sel se présente toujours en pyramides à quatre faces, formant saillie dans la croûte cristalline d'alun, qui s'est déposée d'abord sur les parois du vase.

La figure 5 représente une des déformations les plus ordinaires de l'octaèdre ; elle

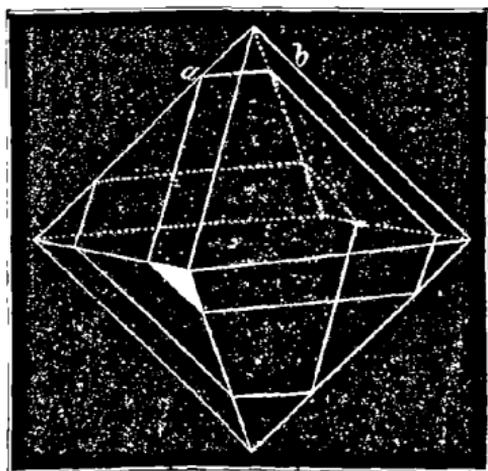
se produit quand deux faces octaédriques

FIG. 5.



se rapprochent du centre beaucoup plus

FIG. 6.

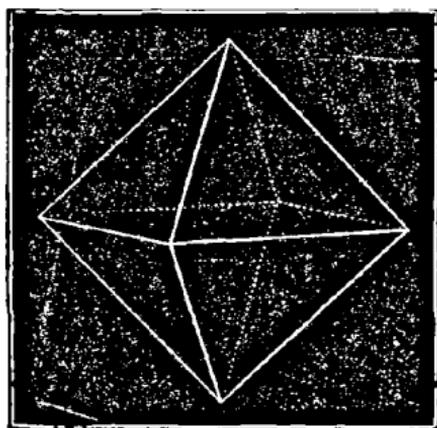


que les deux autres. La figure 6 nous

fait voir comment on peut faire dériver cette forme sur l'octaèdre idéal. L'alun, le nitrate de plomb, etc., cristallisent souvent de cette manière.

L'octaèdre défiguré fig. 5 nous montre les sommets de la forme idéale remplacée par des arêtes; il en résulte que ses faces ne sont plus des triangles équilatéraux. Les faces qui se sont rapprochées du centre sont de-

FIG. 7.

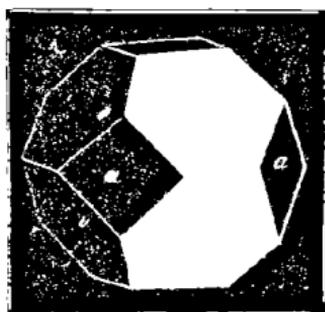


venues des hexagones, les autres sont des tétragones.

Quand un des sommets de l'octaèdre (fig. 7.) est modifié par une facette perpendiculaire à l'axe qui passe par ce sommet, la loi de symétrie exige que les autres sommets se modifient de la même manière, car les sommets de l'octaèdre régulier sont tous égaux.

C'est ainsi que se forme le solide fig. 8.

FIG. 8.

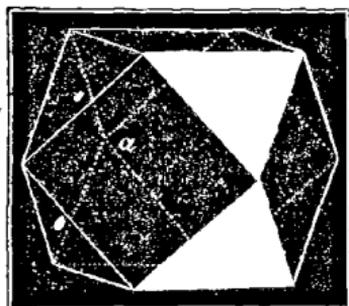


Chacune de ces facettes est perpendiculaire à un axe et parallèle au plan des deux autres.

Si les faces de troncature deviennent plus grandes que les faces octaédriques primitives, on arrive aux solides, fig. 9 et fig. 10.

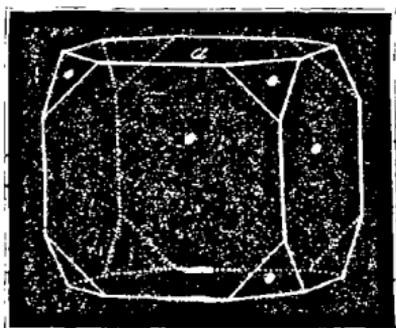
Les faces de modification perpendiculaires aux axes sont donc déjà bien plus étendues que celles de l'octaèdre. Si nous

FIG. 9.



nous figurons les premières se développant

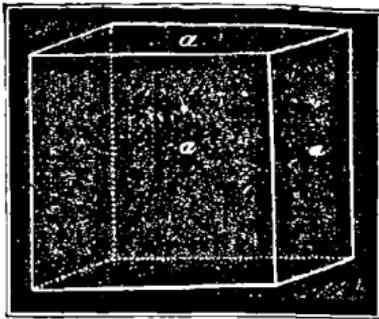
FIG. 10.



jusqu'à faire disparaître les secondes, nous obtenons le cube fig. 11.

Les solides fig. 8, 9 et 10 sont des combinaisons de cubes et d'octaèdres; dans ces

FIG. 11.



figures comme dans les suivantes, les faces du cube sont désignées par *a* et celles de l'octaèdre par *o*.

L'octaèdre prédomine dans la figure 8, le cube dans la figure 10.

Le cube est la forme cristalline du spath fluor, des chlorures de potassium, de sodium, etc., etc. Les combinaisons du cube et de l'octaèdre s'observent fréquemment dans les aluns, le spath fluor, les nitrates de plomb, de baryte et de strontiane.

Les cristaux de nitrate de plomb offrent

quelquefois l'aspect remarquable fig. 12 ; c'est ce qui arrive quand le développement

FIG. 12.

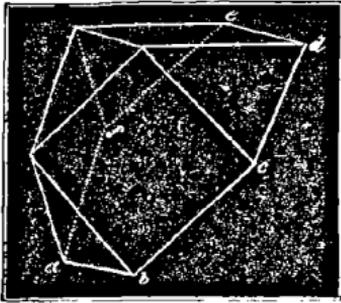
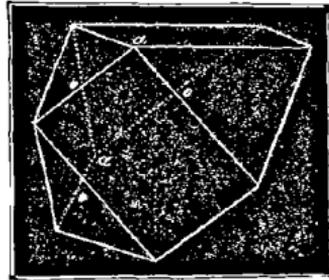


FIG. 13.

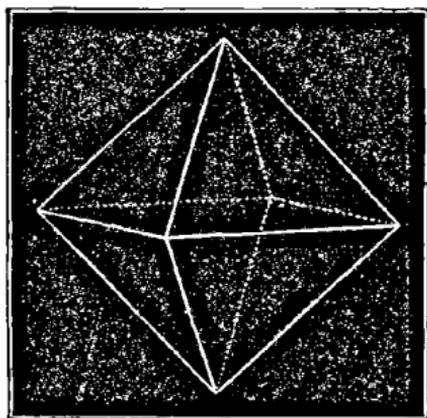


de la combinaison fig. 9, ne porte que sur la moitié du cristal, ce solide, comme on voit fig. 12, ne s'étant accru qu'avec la face *a b c d e f*. Quand les faces de cube et d'octaèdre qui se sont fixées sur cette base, se développent davantage, les cristaux prennent la forme représentée fig. 13.

Les arêtes de l'octaèdre (fig. 14.) étant toutes égales entre elles, la loi de symétrie exige que la modification de l'une d'entre elles s'étende à toutes les autres. Chaque arête coupe deux axes à égale distance du centre ;

supposons donc qu'elles se modifient par une facette parallèle au troisième axe, il se forme

FIG. 14.



le solide fig. 15 qui passe à celui de la

FIG. 15.

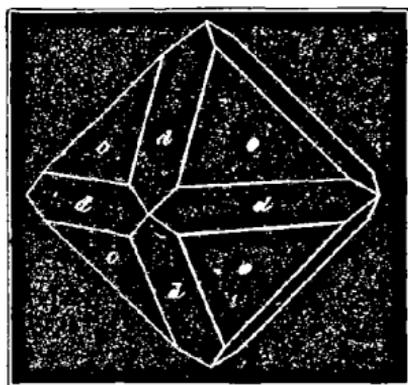
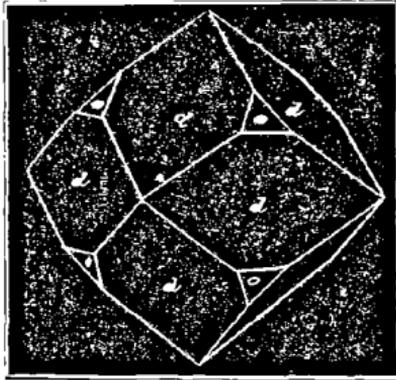


fig. 16, si les faces de troncature s'étendent de nouveau.

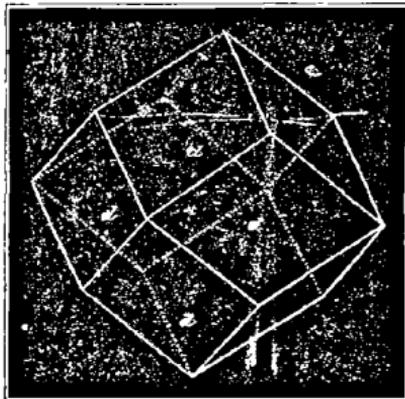
Si ces douze faces de troncature augmentent jusqu'à faire disparaître les faces octaédriques, on arrive au dodécaèdre rhomboï-

FIG. 16.



driques, on arrive au dodécaèdre rhomboï-

FIG. 17.



dal (fig. 17). Ce solide est terminé par douze

faces dont chacune est également inclinée entre deux axes et parallèle au troisième; *d* désigne les faces dodécaédriques.

Les faces de ce dodécaèdre sont des rhombes dont chacun des angles aigus est de $70^{\circ}, 32'$, et chacun des angles obtus de $109, 28'$.

Outre ces douze faces, le dodécaèdre rhomboïdal est encore pourvu de vingt-quatre arêtes identiques, et de quatorze angles solides qui sont de deux sortes, savoir : six angles tétraèdres et huit trièdres ; les premiers coïncident aux sommets octaédriques, et sont formés par quatre rhombes qui se réunissent par les angles aigus. Ces sommets sont toujours tronqués par les faces du cube.

Les huit trièdres se forment par le concours des angles obtus de trois rhombes seulement, et se modifient toujours par les faces de l'octaèdre, comme on le voit fig. 16.

Les faces du dodécaèdre modifient les

arêtes du cube, de la manière qui est représentée fig. 18.

Le dodécaèdre rhomboïdal est la forme dans laquelle cristallise de préférence le grenat d'où vient le nom de grenatoèdre qu'on donne ordinairement à ce solide.

Les cristaux artificiels fournissent rarement des dodécaèdres ; mais le phosphore cristallise sous cette forme.

L'alun fournit un assez fréquent exemple de modification des arêtes de l'octaèdre par les faces du dodécaèdre. Les cristaux de ce

FIG. 18.

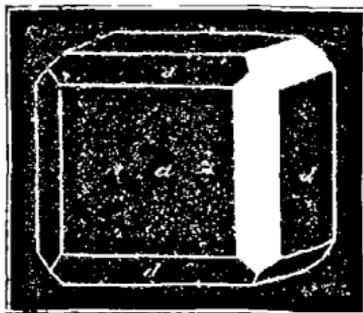
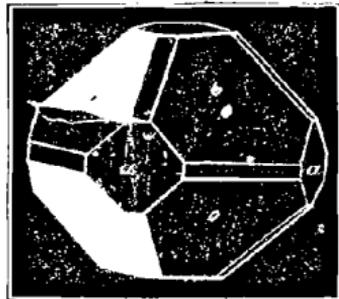


FIG. 19.

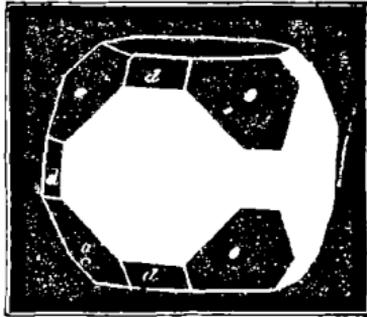


sel sont généralement une combinaison d'octaèdre, de cube et de dodécaèdre, ainsi qu'on le voit fig. 19.

La figure 20 représente également une combinaison de cube, d'octaèdre et de dodécaèdre.

Ce sont là les seules formes que l'on ob-

FIG. 20.

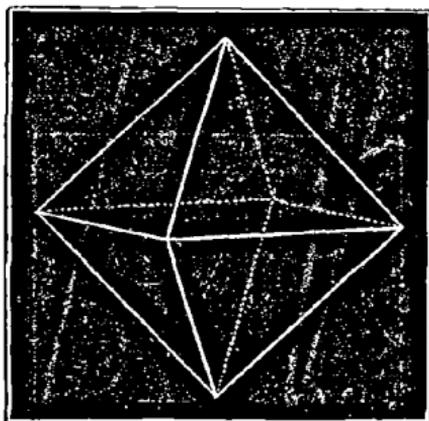


serve dans les cristaux artificiels du système régulier. Les autres formes, plus compliquées, ne se rencontrent que dans les minéraux; examinons donc succinctement quelques-unes d'entre elles.

Supposons les sommets de l'octaèdre (fig. 21.) tronqués par les faces du cube, et sur chacun des carrés, qui en résultent, supposons placée une pyramide à quatre faces qui a pour hauteur la moitié de la

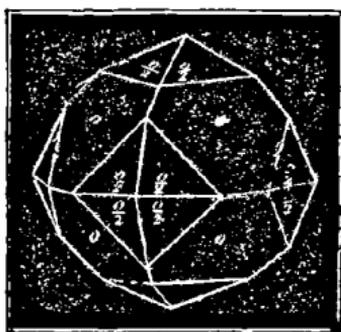
demi-diagonale de la base et nous obten-
drons le solide fig. 22.

FIG. 21.



Si les faces de la pyramide obtuse s'é-

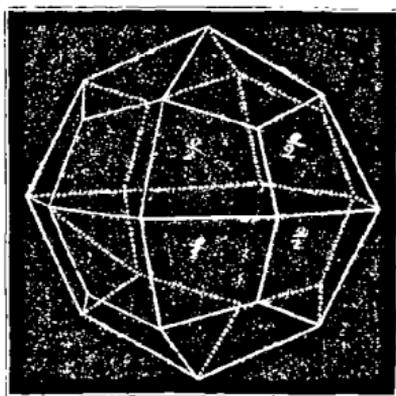
FIG. 22.



tendent jusqu'à faire disparaître celles de

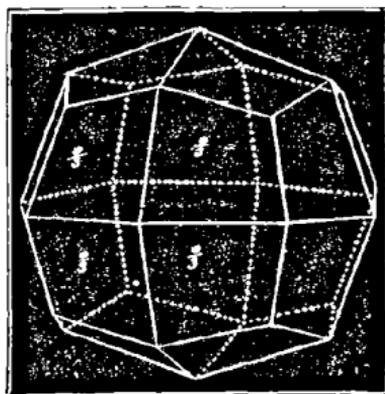
l'octaèdre, il se forme le solide fig. 23, resserré dans 24 faces et qu'on nomme pour cela *icositétraèdre*.

FIG. 23.



A la place des pyramides qui modifient

FIG. 24.



les angles octaédriques dans la fig. 22, on

en rencontre quelquefois de plus obtuses, dont la hauteur n'est que le tiers de la demi-diagonale de la base. Les faces de cette dernière pyramide peuvent se développer jusqu'à remplacer celles de l'octaèdre, d'où résulte l'icositétraèdre de la fig. 24 qui se distingue de celui de la fig. 23 par l'inclinaison respective des faces, qui est toute autre.

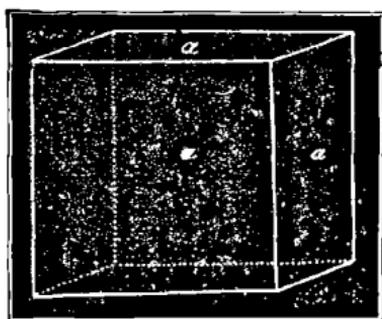
La forme fig. 23 est encore connue sous le nom de *leucitoèdre*, parce qu'elle est celle du *leucite*; le solide fig. 24 se nomme *leucitoïde*.

Aucun cristal artificiel n'a fourni jusqu'à ce jour d'exemple de leucitoèdre ou de leucitoïde, et ce n'est que rarement que l'on rencontre dans l'alun de chrôme les faces du premier en combinaison avec l'octaèdre, comme le fait voir la fig. 22.

Le *cube pyramidal* ou *tétrakishexaèdre* (solide à quatre fois six faces), fig. 26, est un cube (fig. 25) dont chacune des faces est

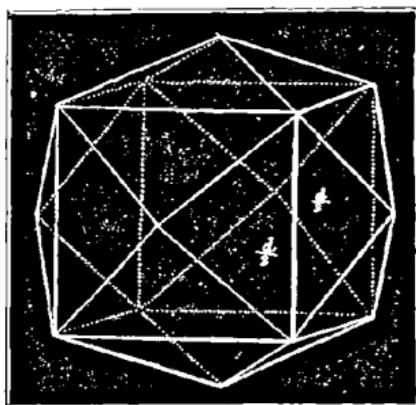
remplacée par une pyramide tétrangulaire qui a pour hauteur la moitié du côté de la base.

FIG. 25.



Cette forme sous laquelle on rencontre

FIG. 26.



l'or n'est pas la seule de ce genre Il y a

encore des cubes pyramidaux chez lesquels, sans cesser d'être rationnel, le rapport de la hauteur de la pyramide au côté de la base est tout autre. Il est vrai que ces cubes ne se rencontrent généralement qu'en combinaison.

Les rapports observés jusqu'ici entre la hauteur de la pyramide et le côté de la base sont : 2 : 3 ; 1 : 2 ; 2 : 5 ; 1 : 3 ; 1 : 5.

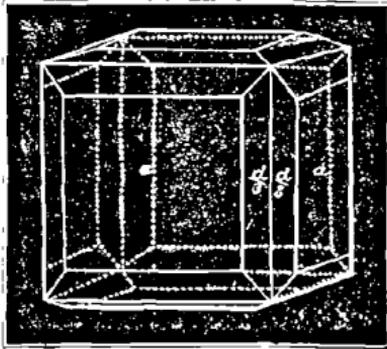
Les faces de notre figure sont marquées $\frac{d}{2}$, ce qui veut dire en même temps que la hauteur de la pyramide est la moitié du côté de la base.

Conséquemment on désignera les faces des autres cubes pyramidaux par $\frac{2}{3}d, \frac{2}{5}d, \frac{d}{3}$ et $\frac{d}{5}$.

La fig. 27 représente une combinaison du cube avec le tétrakishexaèdre $\frac{d}{3}$; cette forme se rencontre dans le spath fluor.

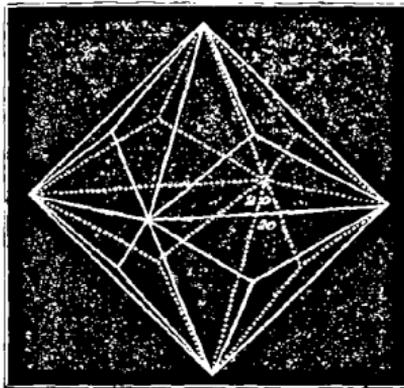
Quand chacune des faces de l'octaèdre est surmontée d'une pyramide triangulaire, on

FIG. 27.



a un solide à 24 faces ou triakisoctaèdre

FIG. 28.



(à trois fois huit faces), fig. 28, dont on

distingue plusieurs variétés, comme pour le cube pyramidal. Nous nous bornons à mentionner ce fait, le cadre de cet ouvrage s'opposant à une exposition détaillée.

Passons maintenant à l'étude des formes hémédriques du système régulier¹.

Nous avons déjà vu combien le développement de quelques faces détachées peut modifier l'aspect général des cristaux et les faire écarter de celui de la forme idéale. Cette disparition des faces est quelquefois soumise à une loi de symétrie déterminée.

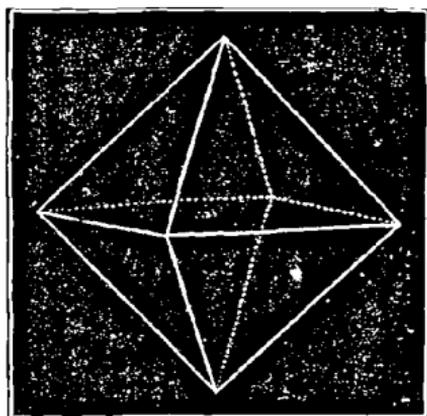
Supposons, s'écartant du milieu du cristal, la face supérieure gauche (fig. 29) ainsi que les trois faces qui concourent

¹ Comme exemple de forme hémédrique, nous citerons le sulfo-antimoniate de sodium, $S^5Sb, SNa + 18HO$ (sel de Schlippe) qui cristallise en tétraèdres (fig. 51), dont les angles sont modifiés quelquefois par un pointement à six faces, provenant de la combinaison de ce solide avec le cube pyramidal (fig. 52).

(J. N.)

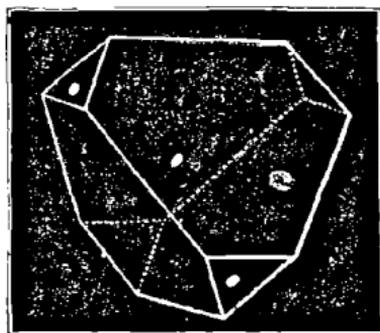
avec elle en un seul point, en même temps que s'accroissent les quatre autres faces,

FIG. 29.



on obtiendra un solide (fig. 30) qui passera

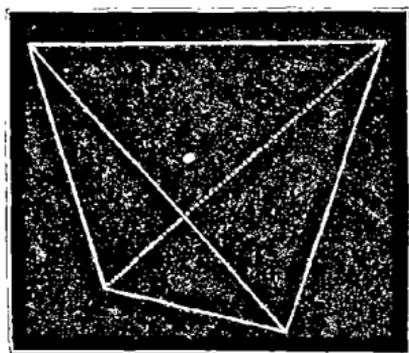
FIG. 30.



au solide à quatre faces ou *tétraèdre* (fig. 31), par la perte totale des petites faces *v*.

Le tétraèdre dérive donc de l'octaèdre en ce que la moitié des faces de ce solide s'accroît aux dépens de l'autre moitié. On

FIG. 31.

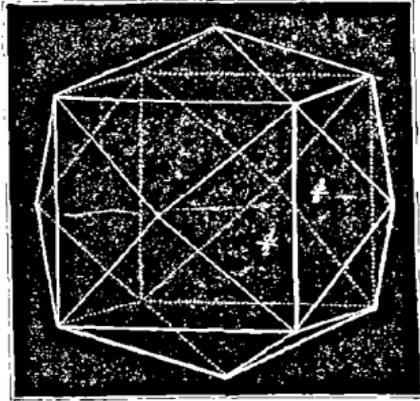


appelle *formes hémihédriques* les formes qui résultent de la disparition de la moitié des faces d'une forme cristalline simple.

Le *dodécaèdre pentagonal* (fig. 33) est encore un exemple de ce genre. Il dérive du cube pyramidal (fig. 32). Douze faces de ce solide disparaissent pour faire place aux douze autres qui se développent. Ces dernières sont : les faces postérieure et antérieure des pyramides supérieure et inférieure

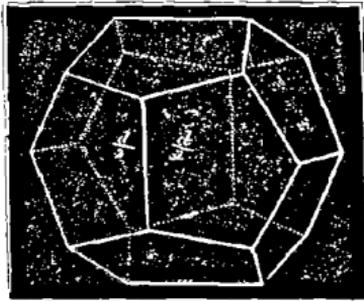
rière de ce cube, celles de droite et de gauche des pyramides antérieure et postérieure, enfin la face supérieure et inférieure de la pyramide de droite et de celle de

FIG. 32.



gauche. Le dodécaèdre qui résulte de l'ex-

FIG. 33.



2.

tension de ces faces est appelé *pentagonal*, parce qu'il est resserré entre douze pentagones.

La pyrite offre plusieurs espèces de dodécaèdres pentagonaux. Nous ne pouvons en parler ici, le cadre de cet ouvrage nous force à les passer sous silence ainsi que les autres formes hémédriques du système régulier¹.

SYSTÈME QUADROCTAÉDRIQUE.

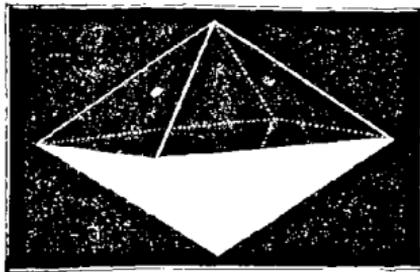
La forme primitive de ce système est l'octaèdre à base carrée (fig. 34 et 35) qui se distingue de l'octaèdre régulier par deux

¹ La majeure partie des corps simples, dont la forme cristalline a été observée jusqu'à ce jour, cristallise dans le système régulier qui est en outre très riche en corps isomorphes.

Ces corps simples sont : C (à l'état de diamant), P,

axes horizontaux égaux entr'eux, mais différents de l'axe vertical, que nous appellerons

FIG. 34.



axe principal. Dans la fig. 34 l'axe vertical

K, Ti, Bi, Cd, Pb, Fe, Cu, Ag, Au; ils ont tous la même forme.

Il renferme en outre des sulfures, des chlorures, bromures, iodures et fluorures importants; nous en citerons ceux qui sont isomorphes : *SZn, SPb, SCo, SAg, IK, INa, BrNa, ClNH⁴, ClK, ClNa, ClLi, ClAg, FK, FNa, FCa*.

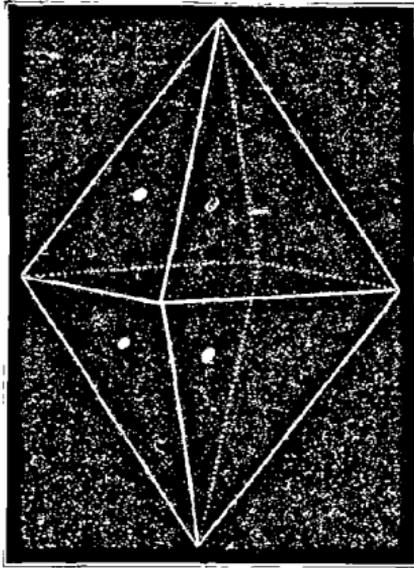
AsO^3 isomorphe avec SbO^3 ; Fe^3O^3 (fer magnétique) isomorphe avec ZnO , Al^2O^3 (Gahnite), $MgOAl^2O^3$ (Spinnelle), et $ZnO Fe^2O^3$ (Franklinite).

Quelques chlorures doubles de métaux précieux.

est plus petit que les axes horizontaux, dans la fig. 35 il est plus grand.

Le rapport de l'axe vertical aux axes ho-

FIG. 35.



izontaux n'est pas rationnel; dans la mel-
lite, par exemple, le premier est à l'un des
seconds :: 0,74 : 1; dans le zircon, qui

les nitrates de l'aryte, de strontiane et de plomb, les
aluns (J. N.)

crystallise dans les formes fig. 39 et 42, ce rapport est :: 0,64 : 1.

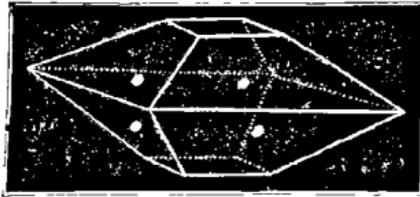
Les huit faces de l'octaèdre à base carrée ne sont pas des triangles équilatéraux, il est vrai qu'elles s'en rapprochent d'autant plus que la différence entre l'axe principal et les deux autres axes est moins grande.

Les arêtes de cet octaèdre ne sont pas toutes égales ; il y en a deux espèces, savoir : les quatre arêtes horizontales, qui forment un carré et qui sont égales ; elles diffèrent donc des autres arêtes dont quatre se réunissent au sommet supérieur et les quatre autres au sommet inférieur. Il suit de là qu'il faut distinguer dans cet octaèdre deux espèces d'angles solides, car nous avons vu que les angles supérieur et inférieur sont formés par des arêtes de même espèce, tandis que les quatre autres, égaux entr'eux, sont formés d'arêtes d'espèce différente.

Par conséquent, les sommets supérieur

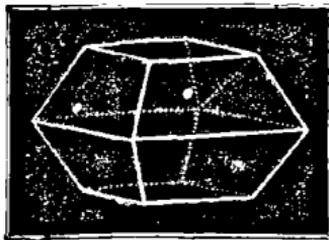
et inférieur peuvent être tronqués sans que les autres le soient, comme on le voit fig. 36

FIG. 36.



et 37. Cette face de modification perpendiculaire à l'axe principal est appelée *face*

FIG. 37.



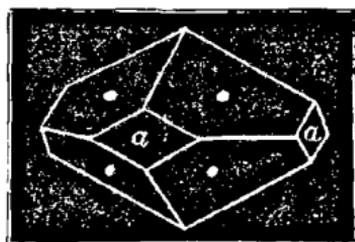
terminale droite et désignée par *c* dans les figures suivantes.

Le prussiate de potasse et le sulfate de nickel nous fournissent de beaux exemples

de combinaison de l'octaèdre à base carrée avec la face terminale droite.

La combinaison fig. 38 qui représente la forme de la mellite, résulte de la tron-

FIG. 38.



cature des quatre angles octaédriques qui terminent les axes horizontaux. Chacune des faces tronquantes a , est perpendiculaire à l'axe horizontal et parallèle à l'axe vertical.

Si les quatre faces a croissent au point qu'elles se coupent par deux dans une arête, il se forme un prisme à base carrée. Ce prisme, un peu allongé, est représenté fig. 39 en combinaison avec les faces de l'octaèdre.

La figure 40 est le même prisme combiné avec la face terminale c .

Passons maintenant à l'examen des formes qui naissent de la troncature des arêtes de l'octaèdre à base carrée.

FIG. 39.

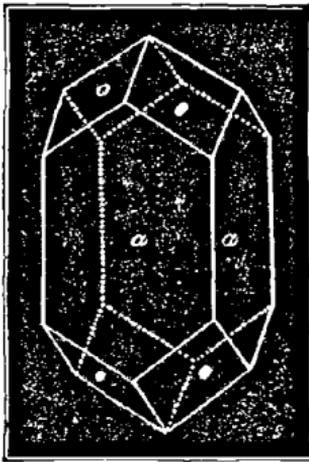
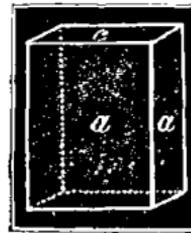
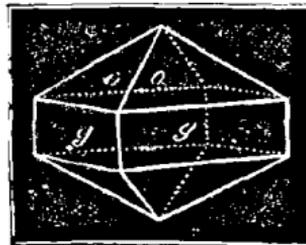


FIG. 40.



Les quatre arêtes horizontales peuvent

FIG. 41.



être tronquées sans que les autres le

soient; il en résulte la combinaison fig. 41. Chacune des faces g coupe les deux axes horizontaux à égale distance du centre et est parallèle à l'axe principal. Les quatre faces g forment un prisme à base carrée (fig. 42) qu'on a prolongé à dessein dans la figure.

La figure 43 est ce même prisme en combinaison avec la face terminale c .

FIG. 42.

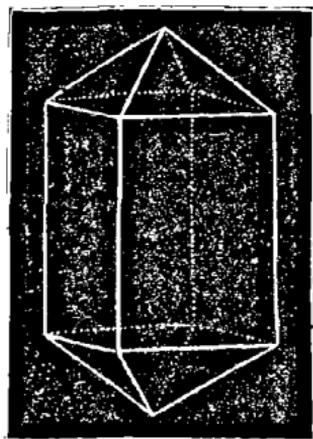
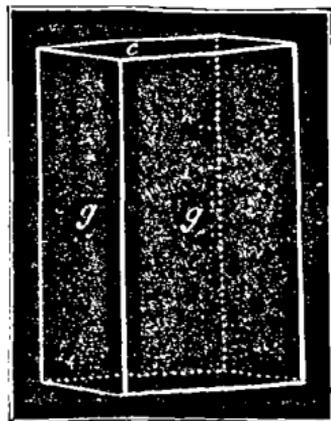


FIG. 43.



Cette figure nous fait connaître un second prisme à base carrée, qui ne se distingue

du premier, dont les faces sont marquées *a*, que par sa position vis à vis de l'octaèdre; car dans celui-ci les faces octaédriques correspondent aux faces *g*, dans le prisme *a* elles sont au contraire placées sur les arêtes.

Les faces du prisme *a* modifient les arêtes rectangulaires du prisme *g* et réciproquement. La figure 44 représente une combinaison du prisme *g* avec le prisme *a* et la face terminale *c*. Cette forme se rencontre

FIG. 44.

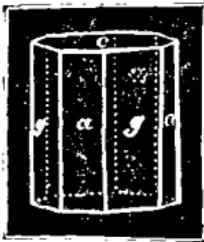
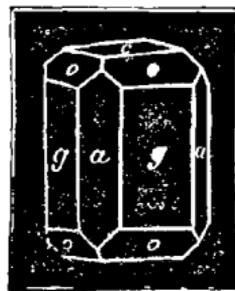


FIG. 45.



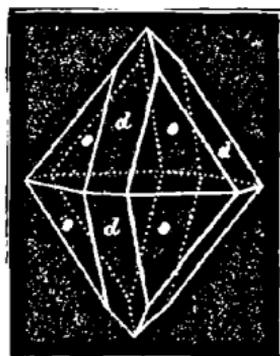
entr'autres dans les cristaux d'acétate de cuivre et de chaux.

La figure 45 représente la combinaison

précédente avec la face o . C'est encore une des formes particulières à l'acétate de cuivre et de chaux.

L'ablation des arêtes culminantes de l'octaèdre à base carrée conduit à la combinaison fig. 46, et si les faces d en s'éten-

FIG. 46.



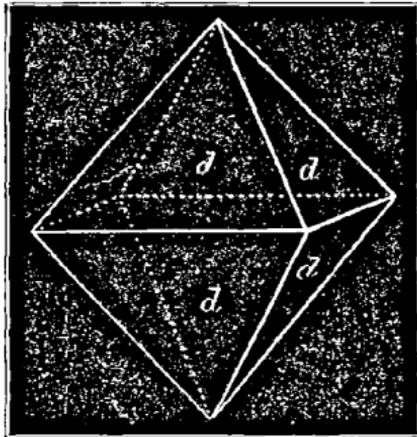
dant font disparaître les faces o , on arrive au solide fig. 47.

Les huit faces d forment donc un nouvel octaèdre à base carrée qui est à l'octaèdre o ce qu'est le prisme g au prismè a ; car les arêtes latérales de l'un des octaèdres forment avec celles de l'autre un angle de 45° ,

néanmoins les faces de l'octaèdre *o* ne sont pas celles qui modifient les arêtes culminantes de l'octaèdre *d*.

Nous appellerons *octaèdre du premier ordre*,

FIG. 47.

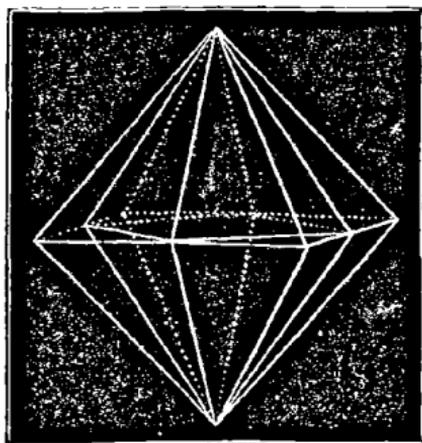


l'octaèdre *o*, et *octaèdre du second ordre*, celui qui est désigné par *d*. On les distingue encore par la dénomination d'*octaèdre direct* et d'*octaèdre inverse*.

Nous représentons fig. 48 les deux octaèdres afin de mieux faire saisir leur position respective.

Considéré isolément, l'octaèdre fig. 47 peut être confondu avec tout autre octaèdre à base carrée, et rien ne nous empêche d'admettre les diagonales de sa base comme les axes du cristal et de le représenter comme l'octaèdre fig. 34; la distinction en octaèdres du premier et du second ordre, n'a de l'importance que quand ces solides se rencon-

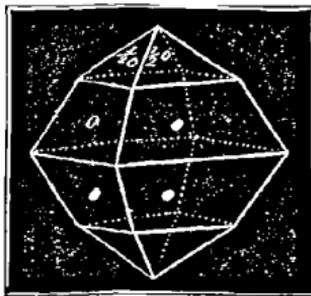
FIG. 48.



trent tous les deux en combinaison. Dans ce cas l'octaèdre du premier ordre est celui dont les faces ont le plus d'étendue.

Les angles supérieur et inférieur des octaèdres à base carrée sont quelquefois surmontés d'un pointement à quatre facettes fig 49, qui forme une pyramide à base carrée; ces facettes en se développant déplacent les faces σ de l'octaèdre primitif, et

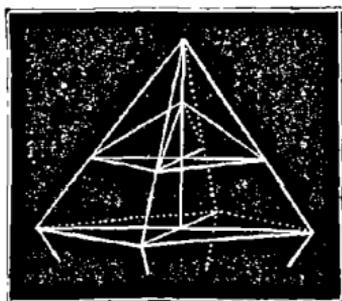
FIG. 49.



conduisent ainsi à un nouvel octaèdre à base carrée qui ne se distingue du premier que parce qu'il est plus surbaissé. Appelons donc faces octaédriques ces faces modifiantes, et examinons de plus près les rapports qui existent entre les octaèdres allongés et surbaissés.

Nous avons vu la pyramide à quatre faces marquées $\frac{1}{2} o$ modifier le sommet de la pyramide plus aiguë fig. 49. Plaçons ce sommet sur la base de la pyramide $\frac{1}{2} o$, ce qui se fait (fig. 50.) en prolongeant jusqu'à leur

FIG. 50. c



intersection les arêtes de la pyramide inférieure, on obtient ainsi deux pyramides de même base, mais de hauteur différente; elles sont donc entr'elles dans un rapport simple. Dans notre figure, la hauteur de la pyramide obtuse n'est que $\frac{1}{2}$ de celle plus aiguë, c'est

pour cela que nous avons marqué la première par $\frac{1}{2} o$.

On rencontre quelquefois des pyramides plus surbaissées, dont la hauteur n'est que le $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de celle de l'octaèdre de même base ; les faces de ces octaèdres sont désignées par $\frac{1}{3} o$ $\frac{1}{4} o$, etc., etc.

Le sulfate de nickel présente un très bel exemple de combinaison de ce genre ; il n'est pas même très rare de lui voir un octaèdre aigu combiné avec deux octaèdres surbaissés. La forme la plus ordinaire de ce sulfate est représentée fig. 51. C'est une combinaison de l'octaèdre o avec l'octaèdre $\frac{1}{2} o$ et la face terminale c .

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des octaèdres allongés et surbaissés du premier ordre. Cette différence se rencontre également parmi les octaèdres du second ordre.

Pour plus de clarté, nous désignerons par

d (fig. 52.), les faces de l'octaèdre du second ordre qui tronquent les arêtes culminantes de l'octaèdre o . De cette troncature résultent de nouvelles arêtes qui sont parallèles aux arêtes modifiées de l'octaèdre o .

FIG 51.

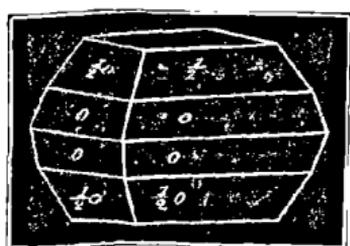
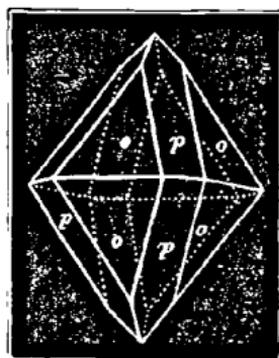


FIG 52.



La figure 53 représente la combinaison de l'octaèdre o avec un octaèdre du second ordre. Dans ce cas les arêtes qui naissent de la troncature de deux faces o par une face $2d$ ne sont pas parallèles, mais elles divergent vers le milieu du cristal. Pour que ces arêtes fussent parallèles, l'octaèdre o

devrait, sans changer de base, être le double de ce qu'il est.

FIG. 53.

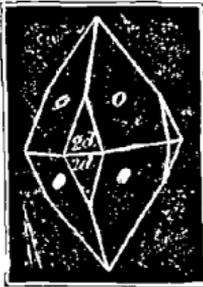
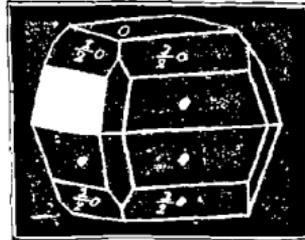
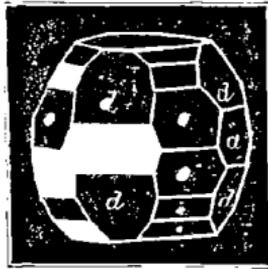


FIG. 54.



Les deux formes figs 54 et 55 se rencontrent fréquemment parmi les cristaux de sulfate de nickel.

FIG. 55



La figure 54 représente la combinaison

des deux octaèdres du premier ordre avec la face terminale droite *c* et l'octaèdre du second ordre *d*. Elle nous fournit un exemple des deux espèces d'arêtes qui résultent de la troncature des deux octaèdres du premier ordre par la face *d*. On voit très bien le parallélisme des arêtes produites par la face *d* sur l'octaèdre correspondant *o*, et l'obliquité de celles de l'octaèdre moins aigu $\frac{1}{2} o$.

La figure 55 est une combinaison de trois octaèdres du premier ordre avec la face terminale *c*, l'octaèdre du second ordre *d* et les faces prismatiques *a* qui sont perpendiculaires aux deux axes horizontaux. ¹

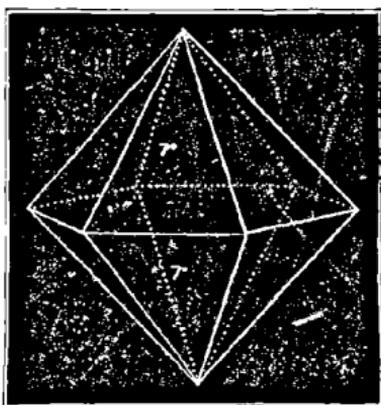
¹ Ce système renferme, comme le précédent, quelques cas importants d'isomorphisme; $\text{SeO}^3\text{ZnO} + 7\text{HO}$ cristallise dans la même forme que $\text{SO}^3\text{NiO} + 7\text{HO}$. Les phosphates de potasse, d'ammoniaque, isomorphes avec les arsénates de ces bases; le sulfate, le séléniate, le chromate d'argent et d'ammoniaque, etc.

Il renferme en outre un cas intéressant de dimor-

SYSTÈME HEXAGONAL.

La figure 56 représente la forme primitive de ce système, qui est le dodécaèdre à

FIG. 56.



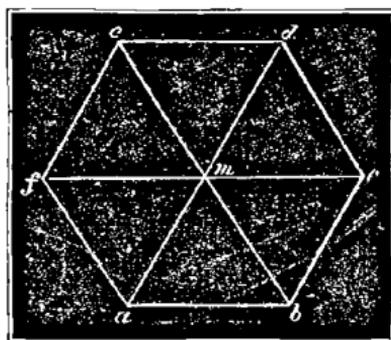
triangles isocèles, formé de deux pyramides réunies base à base.

phisme fourni par l'acide titanique TiO_2 (le rutile et l'anatase), dont les formes ne se laissent pas ramener à la même forme primitive. Ce même acide cristallise encore dans le système rhombique, et offre ainsi un exemple de trimorphisme qui est très peu fréquent. L'étain cristallise aussi dans le système quadraoctaédrique. (J. N.)

La base commune à ces deux pyramides est un hexagone régulier (fig. 57).

Les trois diagonales ad , be et cf forment les axes horizontaux. Ces axes sont égaux et se

FIG. 57.

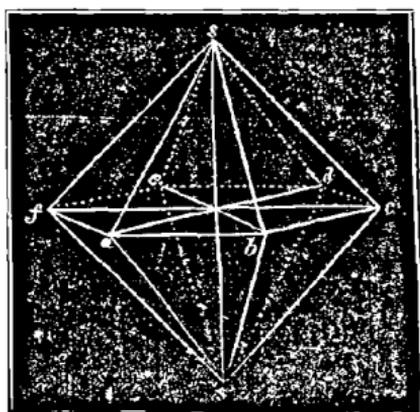


coupent sous un angle de 60° . L'axe principal, perpendiculaire au plan des trois autres, joint les sommets des deux pyramides, comme on voit fig. 58.

La pyramide double à six faces (fig. 56) possède deux espèces d'angles ; les deux angles culminants, égaux entre eux, mais différents des six angles latéraux dont l'égalité est encore parfaite.

Les arêtes du solide fig. 56 sont également de deux sortes; les six arêtes de la

FIG. 58.

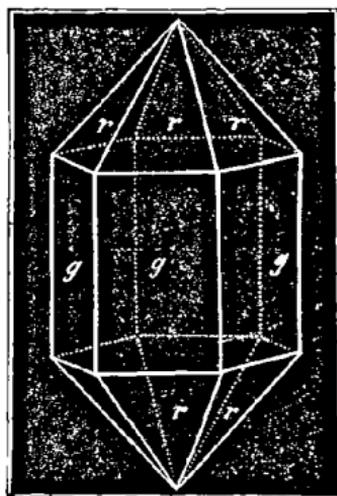


base commune aux deux pyramides sont égales entre elles; il en est de même des douze arêtes culminantes de la pyramide supérieure et de la pyramide inférieure.

En se modifiant sur les arêtes horizontales par des faces parallèles à l'axe principal, la double pyramide fig. 56 donne lieu au prisme hexagone qui est représenté fig. 59 en combinaison avec la double pyramide à base hexagone.

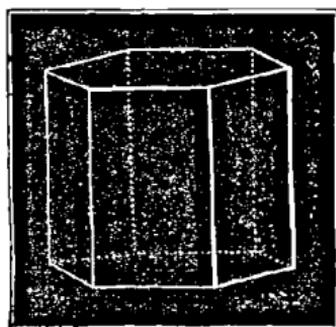
Le même prisme se retrouve figure 60,
mais terminé aux deux extrémités par deux

FIG 59



faces perpendiculaires à l'axe principal.

FIG 60

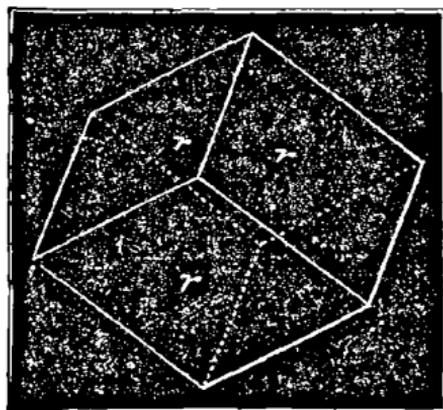


Les figures 56 et 59 sont ordinaires au

crystal de roche. Le spath calcaire et le chlorhydrate de chaux cristallisent quelquefois dans la forme fig. 60.

Les formes *hémédriques* jouent un rôle bien important dans le système hexagonal.

FIG. 61.



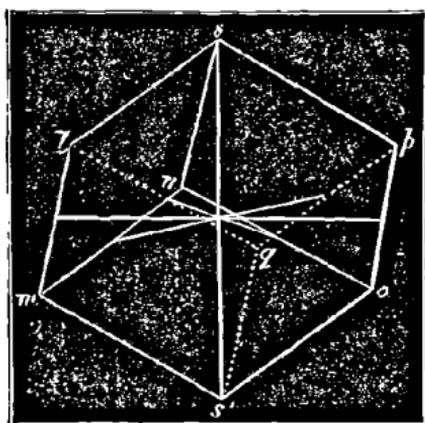
La plus remarquable de ces formes est le *rhomboèdre* (fig. 61).

Ce solide résulte de la double pyramide à base hexagone par l'accroissement de la moitié des faces aux dépens de l'autre moitié. Les faces *bcs*, *des* et *fas* de la pyra-

mide supérieure (fig. 58) se développent p. ex., ainsi que abs' , cds' et efs' de la pyramide inférieure. Le restant des faces disparaît et il se produit ainsi un rhomboèdre (fig. 61), que nous avons figuré avec ses axes (fig. 62) pour mieux faire saisir sa génération.

Les arêtes du rhomboèdre sont de deux espèces. Six arêtes culminantes se réunis-

FIG. 62.



sent trois à trois en s et s' et se distinguent

3.

par là des six arêtes latérales *lm*, *mn*, *no*, *op*, *pq*, *ql*.

Le spath calcaire fournit de très beaux échantillons de rhomboèdres. Les faces qui se coupent suivant les arêtes *ls*, *ns*, *ps*, *ms'*, *os'* et *qs'*, forment entre elles un angle de $105^{\circ} 5'$, et celles qui se réunissent suivant les autres arêtes ne forment qu'un angle de $74^{\circ} 55'$, de sorte qu'il faut remarquer dans le rhomboèdre, des arêtes obtuses et des arêtes aiguës.

Les rhomboèdres de spath se clivent suivant la direction de leurs faces, cela fait que chaque cristal de ce calcaire fournit un rhomboèdre de clivage de la forme fig. 61.

Le nitrate de soude cristallise en rhomboèdres très ressemblants aux précédents; ils se clivent également fort bien suivant la direction de leurs faces.

Les angles du rhomboèdre sont aussi de deux espèces; les trois arêtes qui se

réunissent aux sommets s et s' sont toujours obtuses ; chacun des autres angles est formé de deux arêtes aiguës et d'une arête obtuse. Les premiers sont nommés angles obtus, les autres angles aigus.

L'axe principal du rhomboèdre de spath passe par le milieu des sommets obtus, c'est-à-dire il coupe les trois arêtes obtuses sous le même angle.

Si les arêtes aiguës lm , mn , no , op , pq et ql du rhomboèdre sont modifiées par des faces parallèles à l'axe principal, on obtient un prisme à six pans terminé aux deux extrémités par des faces rhomboédriques. Cette forme est habituelle au spath calcaire.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que les rhomboèdres dont les faces sont partout également développées, ce qui n'est que rarement le cas. Il suffirait par exemple, de briser en deux un rhomboèdre bien régulier, pour obtenir deux parties rhomboé-

driques dont les faces ne sont plus égales.

Il est vrai que cette division ne change en rien la position respective des faces ni la grandeur des angles ; on distingue toujours, avant comme après, des arêtes et des angles, aigus et obtus. La direction de l'axe principal est toujours parallèle à la ligne qui forme un angle égal avec les trois arêtes qui concourent au même sommet.

De même que le système quadraoctaédrique admet des octaèdres allongés et surbaissés du premier et du second ordre, de même encore rencontre-t-on dans le système hexagonal des pyramides allongées et surbaissées, des rhomboèdres aigus et obtus, du premier et du second ordre.

Le spath calcaire nous offre une grande abondance de diverses formes qui reviennent toutes au même type. Ce système renferme en outre beaucoup d'autres formes dont il ne peut être question ici. Toutes celles que nous passons sous silence

ne se rencontrent d'ailleurs que parmi les minéraux ¹.

SYSTÈME RHOMBIQUE.

L'octaèdre, que l'on considère comme la forme primitive de ce système, a de com-

¹ Les formes dominantes du système hexagonal sont les hémiedres dont la plus importante est le rhomboèdre (fig. 61). Ce solide est le représentant d'un groupe de carbonates connus sous le nom de *spaths*. C'est encore celui des nitrates de potasse et de soude qui sont par conséquent dimorphes (voyez page 72).

Le sulfophosphate de soude $PO^3S^23NaO+24HO$ cristallise également en rhomboèdres.

Les principaux corps que l'on trouve encore dans ce système sont :

As, Sb, Te.

Al^2O^3 (corindon), Fe^2O^3 ; $FeTiO^3$ (ilménite), Cr^2O^3 , isomorphes tous les quatre.

L'eau HO; l'oxyde de zinc ZnO.

Les hyposulfates de chaux, de strontiane et de plomb, isomorphes.

SCd, SNi, AsNi².

L'acide titanique (brookite) (voyez la note page 52).

(J. N.)

mun avec celui du système régulier et du prisme à base carrée, trois axes perpendiculaires l'un à l'autre. Il s'en distingue par ces mêmes axes dont aucun ne ressemble à l'autre. Le rapport des grandeurs de ces axes n'est pas le même pour tous les cristaux de ce système. Dans le nitrate de potasse, les axes sont entre eux comme $1 : 0,701 : 0,589$; dans le sulfate de potasse, ce rapport est comme $1 : 1,303 : 1,746$.

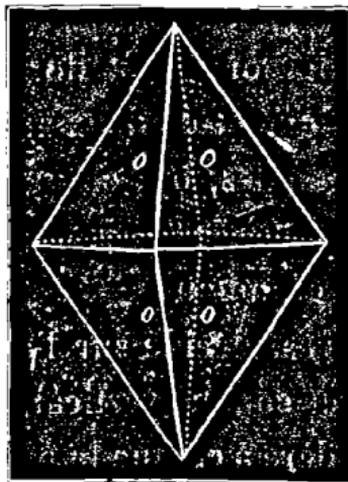
Aucun de ces trois axes ne portant de cachet particulier qui le distingue des deux autres, rien n'autorise à considérer comme principal tel axe plutôt que tel autre. La forme de l'octaèdre ne détermine donc pas le choix de l'axe vertical.

Ce choix est arbitraire, néanmoins on donne ordinairement la préférence à l'axe suivant lequel la position du cristal est la plus nette; par exemple l'axe principal des corps prismatiques de ce système serait celui qui est parallèle aux arêtes du prisme.

La figure 63 représente un octaèdre de ce système. Sa position change avec le rapport de ses axes.

Dans le système régulier et dans celui du prisme à base carrée, les quatre arêtes

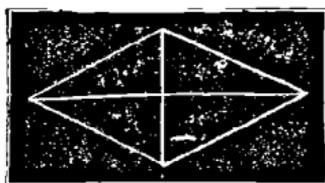
FIG. 63.



horizontales forment ensemble un carré. Dans le système rhombique, ces mêmes arêtes octaédriques donnent lieu à une losange ou un rhombe (la figure 64 représente le rhombe formé par les arêtes laté-

rales de l'octaèdre fig. 63). Le tétragone qui est produit par les arêtes horizontales de

FIG. 64.



l'octaèdre rhomboïdal est donc formé de deux angles aigus et de deux angles obtus; ses deux diagonales, ou, ce qui revient au même, ses deux axes horizontaux ne sont pas de même grandeur.

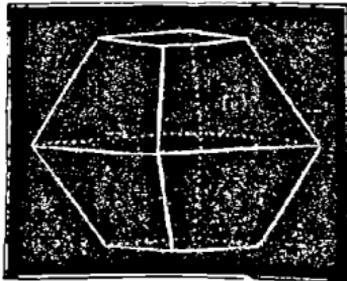
Quand on s'est décidé sur l'axe que l'on veut considérer comme vertical, on place le cristal de manière à ce que le plus petit des axes horizontaux soit tourné vers l'observateur. Il verra donc le grand axe dans toute sa longueur, et le petit axe en raccourci. Les deux angles aigus de la base horizontale de cet octaèdre se trouveront donc à droite et à gauche, les deux obtus se trouveront en avant

et en arrière (cette position du cristal est maintenue, sauf avertissement, dans les figures suivantes).

On reconnaît dans l'octaèdre rhomboïdal six angles égaux deux à deux, savoir : les deux angles culminants, ceux d'avant et d'arrière, enfin l'angle de droite et celui de gauche ; il en résulte que deux de ces angles peuvent se modifier sans que les autres s'en ressentent.

On voit (fig. 65) la combinaison de l'octaèdre avec la face de modification que nous appelons *face terminale droite c.*

FIG. 65.



Nous appelons *face terminale brachydia-*

gonale et nous désignons par *a* la face modifiante qui est appliquée perpendiculairement sur la *petite diagonale* de la base horizontale de l'octaèdre et qui tronque les deux angles de cet axe. La *face terminale macrodiagonale*, marquée *b* (face terminale de la grande diagonale), est celle qui modifie les

FIG. 66.

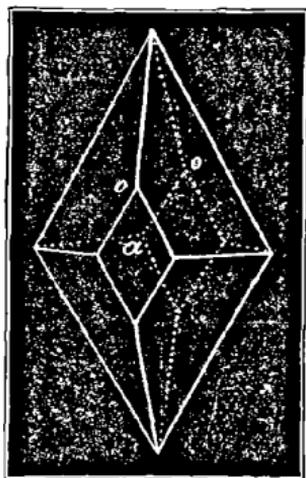
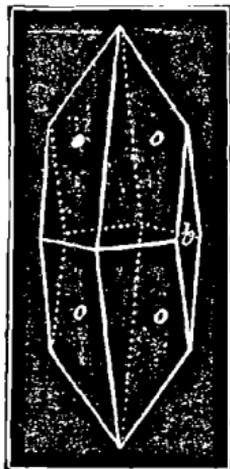


FIG. 67.



deux angles solides de gauche et de droite correspondant à la grande diagonale.

La figure 66 représente la combinaison

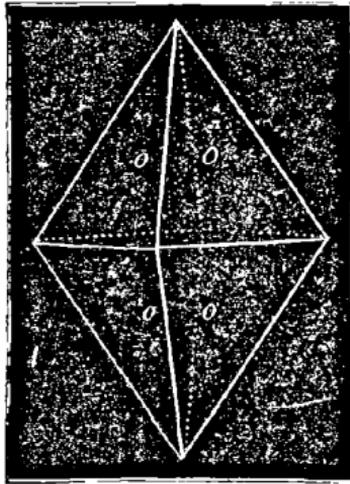
de l'octaèdre avec la face terminale brachydiagonale *a* ; la fig. 67 est celle de l'octaèdre avec la face macrodiagonale *b*.

Les faces de modification des angles octaédriques du système régulier étant identiques, nous les avons marquées de la même lettre ; le système quadraoctaédrique nécessite deux espèces de lettres : *a* pour les quatre faces terminales des axes horizontaux et *c* pour celles de l'axe vertical, aussi remarque-t-on dans ce système deux espèces d'angles ; l'octaèdre à base rhombe enfin compte trois espèces d'angles que nous avons conséquemment désignés par trois espèces de lettres.

On reconnaît encore, dans l'octaèdre rhomboïdal (fig. 68), douze arêtes qui ne se ressemblent pas toutes. Dans ce solide, il n'y a d'arêtes identiques que les quatre qui sont situées dans un même plan et forment une losange, d'où résulte qu'on doit trouver dans cet octaèdre trois espèces d'arêtes,

savoir : 1° les quatre arêtes horizontales;
2° les quatre arêtes qui sont situées dans le

FIG. 68.



plan de l'axe principal et du grand axe horizontal, et 3° les quatre qui se trouvent dans le plan de l'axe principal et du petit axe horizontal.

On remarque dans cette figure quatre arêtes qui joignent les deux angles du sommet avec ceux de droite et de gauche; elles

sont situées dans le plan de l'axe principal et du grand axe horizontal, nous les appellerons donc *arêtes culminantes macrodiagonales*; la figure les fait voir dans leur véritable grandeur.

On appellera de même *arêtes culminantes brachydiagonales*, les quatre arêtes qui unissent les extrémités de l'axe vertical avec celles de la petite diagonale. Le rhombe formé par ces arêtes paraît raccourci, parce qu'elles sont situées dans le plan de l'axe vertical, ainsi que dans celui de l'axe horizontal qui est raccourci dans la figure.

Une modification sur les quatre arêtes horizontales amène un prisme à quatre pans et à base rhombe (fig. 69). Ses faces, marquées *g*, dans cette figure comme dans les suivantes, sont parallèles à l'axe principal; ce solide peut donc être aussi considéré comme un prisme vertical.

Deux arêtes de ce prisme sont aiguës, les deux autres sont obtuses. Dans la figure

celles-ci se trouvent en avant et en arrière, les deux autres sont à gauche et à droite.

On voit (fig. 70) une combinaison fréquente dans le sulfate de zinc, le sulfate de magnésic, etc., c'est le prisme vertical *g* associé aux faces octaédriques *o*. Les deux axes horizontaux de ces sels sont presque égaux, ils sont entre eux comme 1 : 0,989; de là vient que la base ou le diamètre hori-

FIG. 69.

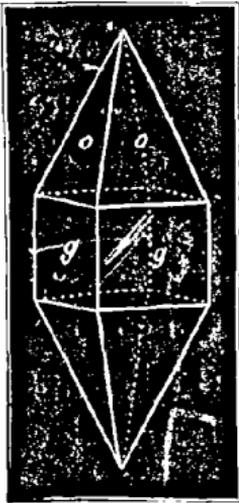
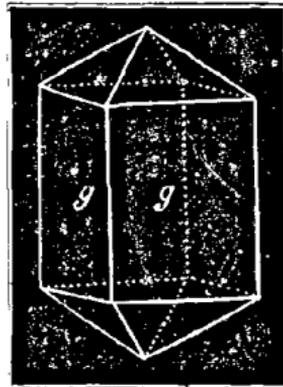


FIG. 70.



zontal du prisme *g* est presque rectangu-

laire ; la valeur de son angle obtus est $90^{\circ} 38'$, aussi ces cristaux offrent-ils assez l'aspect d'un prisme à base carrée.

Les arêtes obtuses du prisme g peuvent être remplacées par la face terminale brachydiagonale a . Ses arêtes aiguës peuvent l'être par la face terminale macrodiagonale b (fig. 71), comme c'est le cas avec le sulfate de zinc et le sulfate de magnésie.

Les faces de troncature des quatre arêtes

FIG. 71.

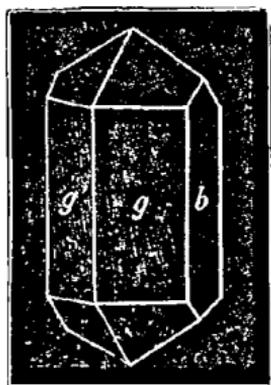
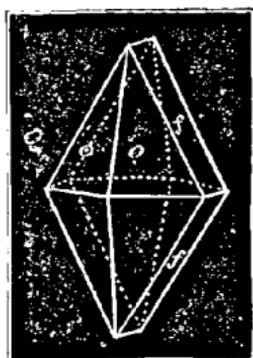


FIG. 72.



culminantes macrodiagonales sont désignées par f dans la fig. 72 et les suivantes.

Elles forment un prisme horizontal à base rhombe, dont les faces et les arêtes sont parallèles au petit axe horizontal. On l'appelle *prisme horizontal macrodiagonal*.

La figure 73 est une combinaison particulière au salpêtre; on y voit le prisme vertical *g* uni au prisme horizontal *f* et la face terminale *b*.

La figure 74, également fournie par le sal-

FIG. 73.

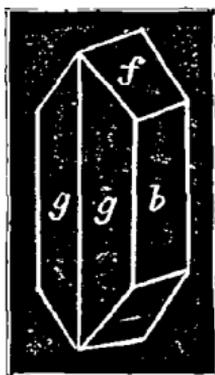
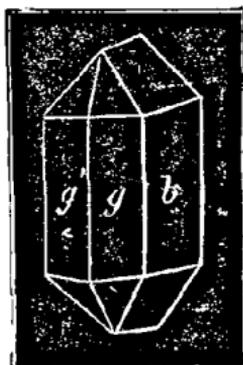


FIG. 74.



pêtre, est la même forme augmentée des faces de l'octaèdre.

La figure 75 représente la même combinaison, telle que la produisent le sulfate de zinc et le sulfate de magnésie.

Les faces de modification des quatre arêtes culminantes brachydiagonales qui passent par l'axe vertical et le petit axe horizontal, forment un prisme parallèle à la grande diagonale de la base de l'octaèdre ; nous l'appellerons par conséquent *prisme brachydiagonal* (fig. 76), *d*.

FIG. 75.

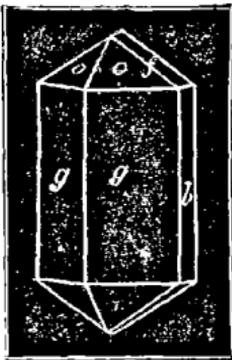
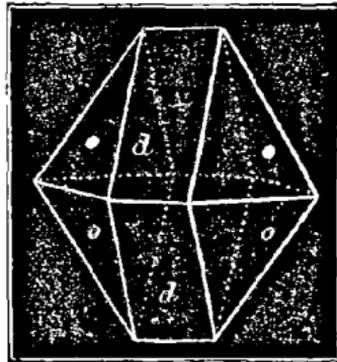


FIG. 76.



La figure 77 est la combinaison de ce prisme *d* avec le prisme *g*. C'est la forme cristalline du formiate de baryte.

La figure 78 est encore une combinaison du sulfate de magnésie; elle résulte de la réunion du prisme vertical *g* avec les deux

FIG. 77.

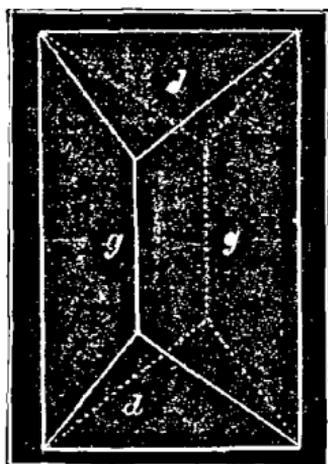
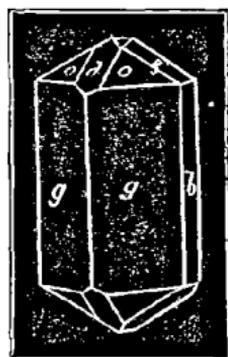


FIG. 78.



prismes horizontaux *f* et *d*, l'octaèdre *o* et la face terminale *b*.

Nous avons successivement fait connaissance avec trois espèces de prismes parallèles aux trois axes. Celui de ces trois prismes qui est considéré comme vertical, ayant toujours les faces plus développées

pées, les deux autres prismes ne représentent plus que des faces de troncature.

La base du prisme vertical g est, comme nous savons, un rhombe; les deux diagonales en sont les axes horizontaux et se coupent sous un angle droit (fig. 79). Ceci n'arrive au reste que tant que chacune des faces du prisme g est régulièrement développée. Si la face g est plus écartée ou plus rapprochée du centre, ce qui est souvent le cas, le diamètre horizontal n'a plus la forme d'un rhombe,

FIG. 79.

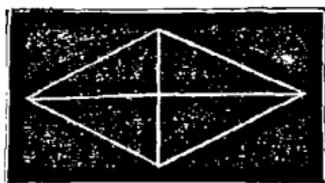
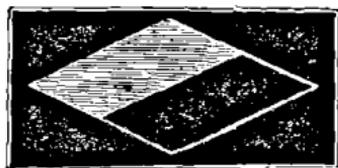


FIG. 80.



mais celle figure 80. Les diagonales de cette coupe diamétrale n'étant pas per-

pendiculaires l'une à l'autre, elles ne représentent plus les axes horizontaux.

Ce n'est que dans les formes idéales que les axes horizontaux coïncident avec les diagonales du diamètre horizontal.

La déformation la plus habituelle aux cristaux du système rhombique est due à un développement inégal des faces *g*, d'où résulte un aplatissement plus ou moins notable de ces faces.

De même que dans le système quadraoc-

FIG. 81.

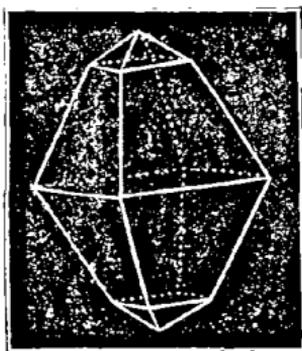
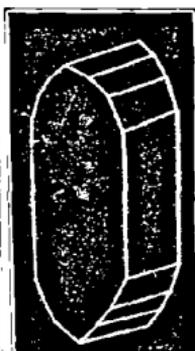


FIG. 82.



FIG. 83.



taédrique, on rencontre dans celui-ci des octaèdres allongés et surbaissés. Le soufre

fournit quelquefois un octaèdre de ce genre, tel est celui de la figure 81, qui représente l'octaèdre primitif combiné avec $\frac{1}{3} o$.

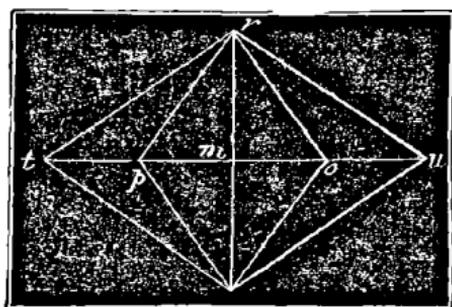
Nous désignons par $3 f, 2 f, \frac{1}{2} f, \frac{1}{3} f$, etc., etc., les prismes macrodiagonaux qui correspondent aux octaèdres $3 o, 2 o, \frac{1}{2} o, \frac{1}{3} o$, etc., et par $3 d, 2 d, \frac{1}{2} d, \frac{1}{3} d$ etc., ces mêmes prismes brachydiagonaux.

La figure 82 est la combinaison du prisme g avec la face modifiante b et deux prismes horizontaux macrodiagonaux. Figure 83 est une combinaison des faces g et b avec trois prismes macrodiagonaux telle qu'on l'observe dans le salpêtre.

Les différentes espèces de prismes horizontaux macro et brachydiagonaux ont encore leurs représentants parmi les prismes verticaux. Ces derniers sont entre eux dans le même rapport que les différents prismes macro ou brachy-diagonaux.

Soit rs et tu (fig. 84), les deux axes horizontaux de l'octaèdre que l'on considère comme la forme primitive d'un cristal du système rhombique, la losange $t r u s$ sera la base du prisme vertical g qui correspond à cet octaèdre.

FIG. 84.



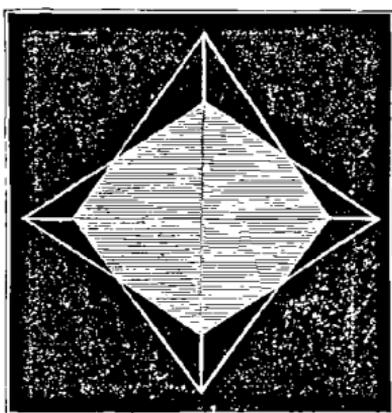
La même espèce cristalline peut encore compter d'autres prismes verticaux, dans lesquels l'axe horizontal $t u$ augmente ou diminue dans un rapport simple, si l'axe $r s$ est considéré comme invariable.

Soit le point o situé au milieu entre m et u ; soit p au milieu entre m et t ; $p r o s$ sera

alors le diamètre idéal d'un prisme vertical dont les axes horizontaux sont égaux, l'un, à l'axe brachydiagonal, et l'autre, à la moitié du macrodiagonal de la forme primitive. Nous désignerons par $\frac{1}{2} g$ les faces de ce prisme.

Supposons étendus, parallèlement à eux-mêmes, les côtés de la losange *pros*, on aura

FIG. 85.



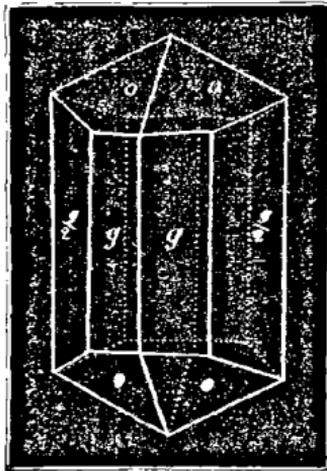
le diamètre horizontal (fig. 85) d'une combinaison de prismes g et $\frac{1}{2} g$. On voit clairement ici comment s'opère la troncature

de l'arête aiguë du prisme g par les faces du prisme $\frac{1}{2}g$.

La fig. 86 est une des formes de la topaze, c'est la combinaison des prismes verticaux g et $\frac{1}{2}g$ avec l'octaèdre o .

Nous désignerons par $2g$, les faces verticales formant à elles seules un prisme

FIG. 86.



qui, la brachydiagonale restant invariable, possède une macrodiagonale double de

celle du prisme g . Ces faces prismatiques tronquent les arêtes obtuses du prisme g , de même que sont tronquées les arêtes aiguës de g , par les faces $\frac{1}{2} g$.

Les prismes g et $\frac{1}{2} g$ manifestent, relativement à l'octaèdre primitif, une différence essentielle et caractéristique, car les arêtes dans lesquelles se coupent les faces prismatiques g avec les faces octaédriques o sont horizontales et perpendiculaires à l'arête verticale du prisme fig. 70. Au contraire les arêtes qui résultent de l'intersection des faces o et $\frac{1}{2} g$ ne sont pas horizontales; cela fait que les faces $\frac{1}{2} g$ ne sont pas des rectangles oblongs dans les combinaisons du prisme $\frac{1}{2} g$ avec l'octaèdre o .

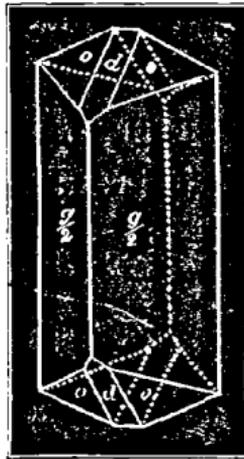
Dans la fig. 87, les faces du prisme $\frac{1}{2} g$ sont développées jusqu'à disparition complète de

4.

g ; cette figure montre le prisme $\frac{1}{2}g$ combiné avec l'octaèdre o et le prisme horizontal d .

Nous terminerons l'étude du système rhombique, par celle de la forme cristalline du sulfate de potasse. Ce sel se rencontre sous différentes formes qui cepen-

FIG. 87.



dant se ramènent toutes au même noyau primitif.

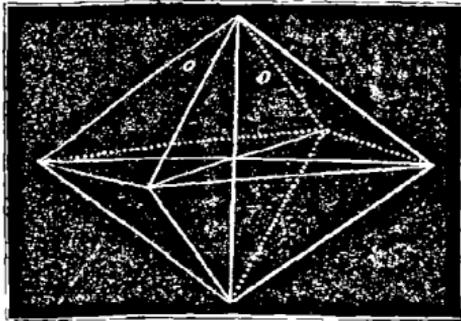
Jusqu'ici nous avons représenté les cris-

taux de manière à montrer la macrodiagonale dans toute sa longueur; le besoin de rendre plus saillant l'aspect des formes de ce sulfate nous oblige à nous écarter de cette règle. L'axe raccourci sera cette fois la macrodiagonale, les arêtes aiguës se trouveront donc aussi en avant et en arrière du prisme *g*.

Pour éviter toute confusion, on a fait correspondre les lettres avec ce changement.

La figure 88 est l'octaèdre idéal construit

FIG 88

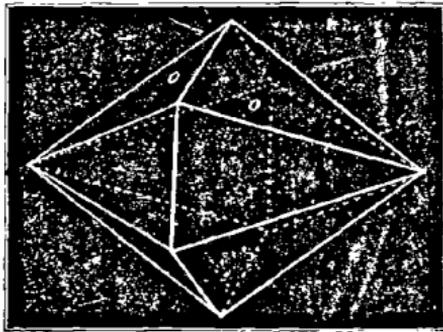


sur les axes du sulfate de potasse. Cet octaèdre ne se rencontre jamais tel qu'il est re-

présenté. L'axe vertical étant 1, le petit axe horizontal (celui qui va de gauche à droite et qui n'est pas raccourci) est de 1,303 et le grand axe horizontal de 1,746.

La figure 89 est une combinaison de l'octaèdre *o* avec les faces $\frac{1}{2} g$. On a représenté, fig. 90, les angles de l'octaèdre *o* tronqués par les faces $\frac{1}{2} g$, pour pouvoir mieux faire saisir la génération de cette forme.

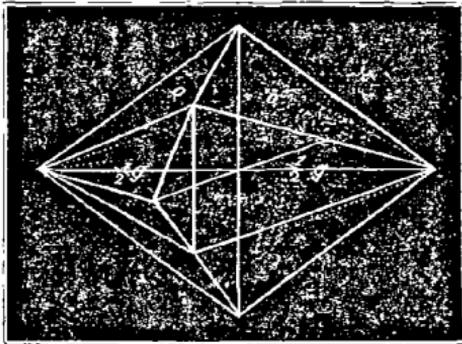
FIG. 89.



Cette combinaison est assez fréquente, elle ressemble beaucoup à une double py-

ramide hexagonale avec laquelle on la confond assez facilement.

FIG. 90.



La figure 91 est la combinaison des faces

FIG. 91.

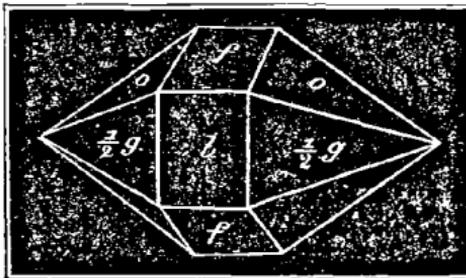
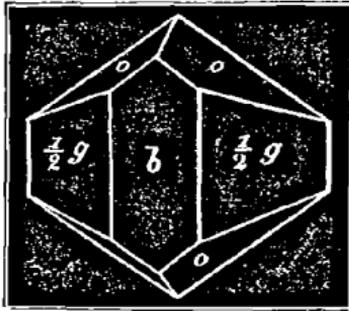


fig. 89 avec *b* et *f*. Cette forme n'est pas rare non plus.

Si le prisme $\frac{1}{2}g$ de la combinaison fig. 89

s'étend verticalement et que l'arête de devant se modifie par la face b , on obtient la combinaison fig. 92.

FIG. 92



Dans la figure 93, le prisme $\frac{1}{2} g$ s'é-

FIG. 93.



tend encore plus, la face modifiante b dis-

paraît et à sa place paraissent les faces *f* et *3 f*. La face octaédrique *o* est singulièrement réduite¹.

¹ Parmi les corps qui cristallisent dans ce système, nous en trouverons quelques-uns qui ont déjà été cités dans l'un des trois précédents.

De ce nombre sont ; AsO^3 , SbO^3 (voyez la note page 56) dont l'isomorphisme se maintient dans ce type. Ils sont donc *isodimorphes*.

Le soufre, l'iode.

On y trouve encore les carbonates isomorphes de chaux (arragonite), de baryte, de strontiane et de plomb.

Les sulfates de baryte, de strontiane, de plomb, ceux de soude et d'argent, ainsi que les séléniates de ces bases.

Le sulfate de nickel, les sulfates et séléniates de zinc et de magnésie, cristallisent tous avec 7 atomes d'eau et dans les formes fig. 70, 71 et 75.

$PO^5NaO + 4HO$; $AsO^5NaO + 4aq$.— L'orpiment.

Quelques silicatés (natrolithe, scolézite, calamine).

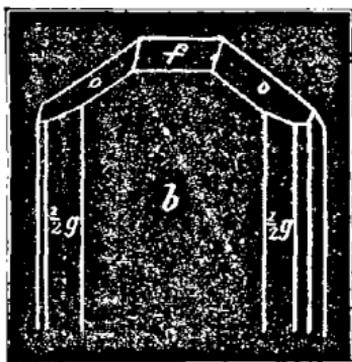
Les substances organiques, abondent dans ce système : la coumarine, morphine, codéine, narcotine, véatrine, brucine, amarine.

Les acides malique, citrique et méconique.

Des cyanures doubles.

Enfin, la figure 94 est une combinaison des

FIG. 94.



prismes g et $\frac{1}{2}g$ avec les faces terminales b et a , la face octaédrique o et le prisme horizontal f . La forme tabulaire de cette combinaison est due à la prédominance de la face b .

Beaucoup de sels à acides organiques : le tartrate de soude, le tartrate de potasse et d'ammoniaque isomorphe avec le bi-tartrate de potasse, l'émétique, etc., se présentent toujours sous des formes rhombiques.

Ce système renferme aussi quelques formes hémédriques ; on en a rencontré dans le sulfate de magnésie.

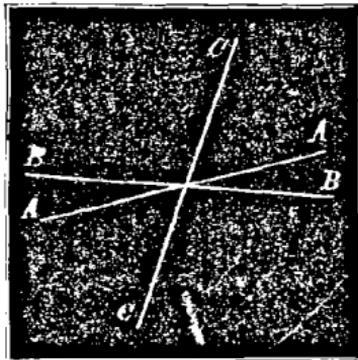
(J. N.)

SYSTÈME MONOCLINIQUE.

Les cristaux de ce système possèdent trois axes inégaux ; deux de ces axes ne se coupent *pas* perpendiculairement ; le troisième est perpendiculaire au plan des deux autres.

La fig. 95 représente l'intersection de ces

FIG. 95.



trois axes ; B et C se coupent obliquement, mais l'axe A est perpendiculaire au plan

qui passe par les deux autres; A forme donc un angle droit avec B et C.

Pour faciliter le coup d'œil sur ces figures, nous représentons les axes dans la fig. 95 comme dans toutes celles de ce système, de manière à voir de face, le plan des deux axes qui se coupent obliquement; ce plan se confond avec celui du papier et se voit par conséquent dans tout son développement; l'angle des axes B et C se verra donc dans sa véritable grandeur et pourra être mesuré immédiatement dans ces figures mêmes.

La fig. 96 est l'octaèdre du système monoclinique. Il se distingue essentiellement des octaèdres des systèmes précédents, car ses huit faces ne sont pas du même ordre. Cristallographiquement on pourrait dire que ce n'est plus un corps simple; aussi ne se rencontre-t-il jamais qu'en combinaison avec d'autres formes.

Ce n'est donc que pour nous conformer

Cette ressemblance ne se maintient plus dans les quatre arêtes octaédriques qui se trouvent dans le plan de deux axes se coupant sous un angle oblique; les arêtes CB' et BC' opposées aux angles aigus formés par les axes CC' et BB' diffèrent des arêtes BC et $B'C'$ opposées aux angles obtus de ces axes.

Les quatre faces modifiantes des arêtes AB , BA' , $A'B'$ et $B'A$ forment un prisme à base rhombe dont les arêtes sont parallèles à l'axe C .

Celles des arêtes AC' , $C'A'$, $A'C$ et CA forment un prisme à base rhombe dont les arêtes sont parallèles à l'axe B .

On appelle ces solides *prismes obliques à base rhombe*, parce que leurs arêtes, parallèles à l'un des axes, sont obliques au plan des deux autres.

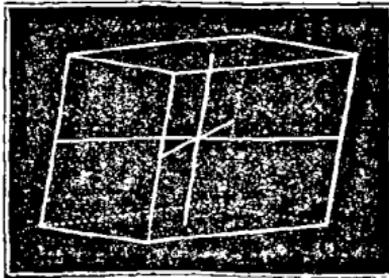
La position de ces cristaux est toujours déterminée par un prisme oblique à base rhombe, dominant. On peut placer ces prismes de manière à ce que leurs arêtes

soient horizontales, ou bien aussi de manière à ce que l'axe qui leur est parallèle devienne l'axe oblique CC' . La base du prisme oblique est alors située horizontalement.

C'est cette dernière position qui a été donnée à tous les cristaux de ce système figurés ici.

La fig. 97 est un prisme oblique à base

FIG. 97.



rhombe, terminé en haut et en bas par la face terminale droite c qui est parallèle aux deux axes horizontaux.

Le prisme oblique g (g désignant les faces de ce prisme) étant nettement développé.

dans toutes les combinaisons de ce système, nous pourrions faire dériver toutes les autres formes sur la combinaison fig. 97. Cette circonstance nous oblige à examiner ce solide de plus près.

On reconnaît à ce prisme douze arêtes qui ne sont pas toutes identiques. Voici celles qui le sont :

1° Les arêtes prismatiques antérieure et postérieure unies par l'axe A.

2° L'arête prismatique de droite et celle de gauche jointes par l'axe B.

Si les arêtes prismatiques g antérieure et postérieure sont aiguës, celles de droite et de gauche seront obtuses et réciproquement.

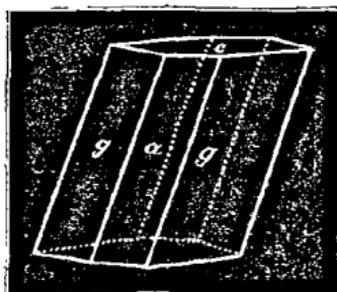
3° Les deux arêtes horizontales, en haut de droite et en bas de gauche. Les faces g rencontrent dans ces arêtes les faces c , sous un angle aigu. Nous appellerons donc ces dernières *arêtes culminantes aiguës*.

4° Les deux arêtes de gauche à la face

supérieure, celles de droite à la face inférieure. Ces arêtes sont produites par la rencontre des faces prismatiques g avec les faces terminales c ; ces faces se coupent sous un angle obtus. Ce seront donc les *arêtes culminantes obtuses*.

La fig. 98 est une combinaison que l'on

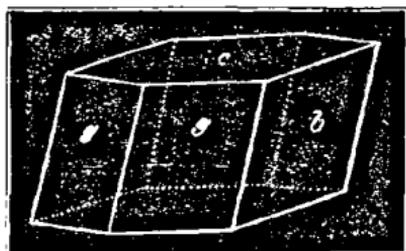
FIG 98



rencontre dans l'acétate de soude. Les faces g y sont modifiées par une face a parallèle au plan des axes B et C et perpendiculaire à l'axe A. Cette face modifiante a coupe la face terminale c à angle droit.

Dans les fig. 99 et 100 les faces prismatiques de droite et de gauche sont tronquées par les faces b parallèles aux axes A et C , mais obliques à l'axe B ; les faces b et c ne sont pas perpendiculaires entre elles, mais

FIG. 99.

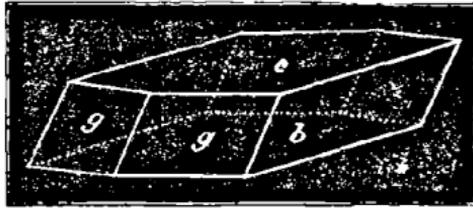


elles forment ensemble le même angle que les axes B et C .

La face b à droite et la supérieure c se coupent sous un angle aigu, de même b à gauche et l'inférieure c ; les arêtes qui se produisent par l'intersection de ces faces sont aiguës. Par contre sont obtuses, les arêtes droite inférieure et celle de gauche supérieure suivant lesquelles se réunissent les faces b et c .

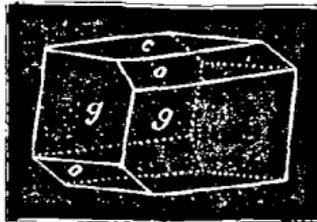
La fig. 99 est un cristal de sucre, la fig. 100 un cristal d'acétate de plomb.

FIG. 100.



Une modification sur les arêtes culminantes aiguës amène la combinaison fig. 101

FIG. 101.

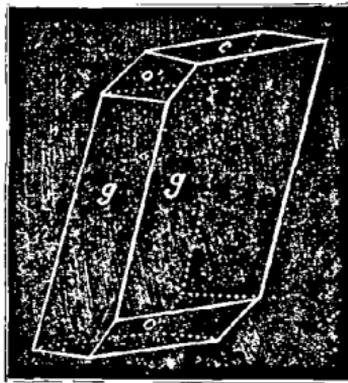


que l'on rencontre dans le formiate de cuivre. Ces faces modifiantes ne sont autre chose que les faces octaédriques $AB'C$,

α

$A'B'C$, BAC' et $BA'C'$ (fig. 96), que nous désignons par o . Ces quatre faces octaédriques n'étant pas de la même espèce que les

FIG. 102.



quatre autres, elles peuvent se rencontrer indépendamment de celles-ci.

Les arêtes obtuses sont tronquées par les quatre faces octaédriques BAC , $B'A'C$, $B'AC'$ et $BA'C'$; elles se rencontrent en combinaison avec le prisme g et la face c , dans l'acétate de soude fig. 102.

La fig. 103 est une combinaison du même sel, ce sont les faces octaédriques o' (o' dé-

signe les faces qui tronquent les arêtes culminantes obtuses) associées à la face verticale a .

La fig. 104 est la même combinaison,

FIG. 103.

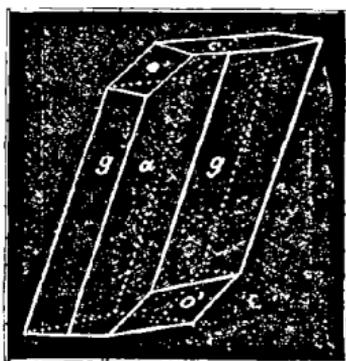


FIG. 104.



avec la différence que les faces o' se sont développées aux dépens de a .

La fig. 105 est une des formes du gypse, c'est la combinaison fig. 104, moins la face terminale c . La fig. 106 est une autre forme du gypse dans laquelle on rencontre, outre les faces g , a et o' , celles de l'octaèdre o .

Passons maintenant à l'examen des faces qui modifient les angles du prisme oblique

FIG. 105.

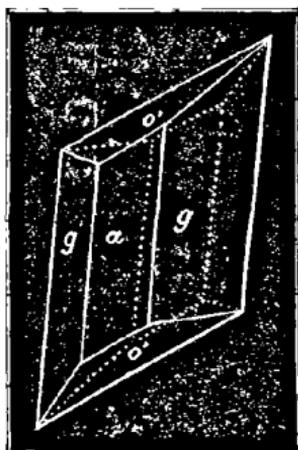
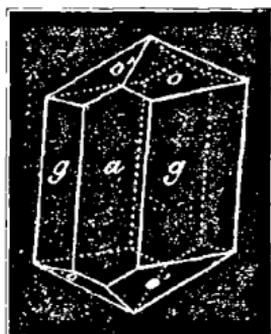


FIG. 106.



à base rhombe. Les huit angles solides de la forme fig. 97 sont de trois espèces :

1^o Les deux angles qui terminent l'arête prismatique antérieure et ceux de l'arête prismatique postérieure.

2^o L'angle supérieur de l'arête prismatique de droite, plus l'angle inférieur de la même arête gauche ; ces angles sont aigus

et formés par la rencontre de ces arêtes avec les faces terminales c .

3. L'angle inférieur de l'arête prismatique droite, plus l'angle supérieur de l'arête gauche; ici ces arêtes forment un angle obtus avec les faces c .

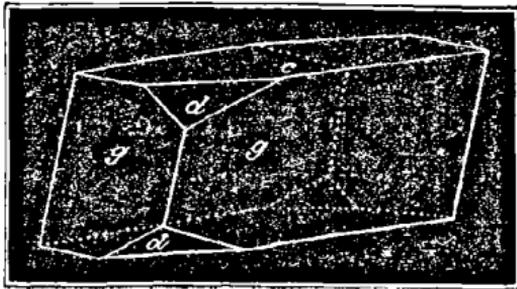
Les faces modifiantes de ces angles sont aussi celles qui tronquent les arêtes octaédriques qui se trouvent dans le plan des axes B et C, plus de celles qui coïncident avec le plan des axes A et C.

Les modifications sur les arêtes octaédriques AC, CA', A'C' et C'A (fig. 96) se retrouvent, dans le prisme oblique à base rhombe, sur les angles qui terminent l'arête prismatique postérieure et celle antérieure, ainsi qu'on le voit fig. 107, qui est une forme du sulfate de nickel et de potasse. Développées jusqu'à leur intersection réciproque, ces faces (d) formeraient un prisme horizontal dont les arêtes seraient parallèles à l'axe B; nous nommerons donc

ces faces *d*, faces du prisme horizontal à base rhombe.

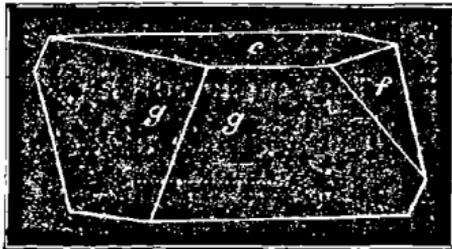
Au reste il a déjà été question de ce prisme (voyez page 39).

FIG. 107.



L'angle aigu qui se trouve à la partie

FIG. 108.

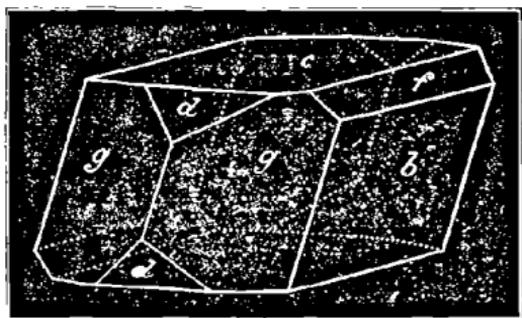


supérieure de l'arête prismatique droite

(fig. 97), ainsi que l'angle aigu inférieur de l'arête gauche, sont tronqués (fig. 108) par des faces que nous désignerons par *f*. Si les arêtes de droite et de gauche sont tronquées par des faces *b*, les faces *f* seront les modifiantes des arêtes aiguës dans lesquelles se réunissent *b* et *c*.

La fig. 109, qui est une combinaison cristallographique du sucre, fournit un exem-

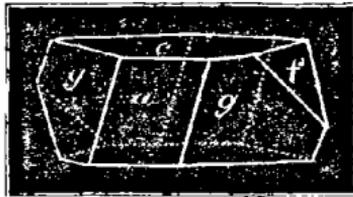
FIG. 109.



ple de ce genre; on y voit le prisme oblique à base rhombe *g* avec la face terminale *c*, modifié par les faces *b* et *f*; on y rencontre de plus les faces du prisme horizontal *d*.

La fig. 110 se trouve quelquefois dans le sulfate de fer, c'est une combinaison de *f*

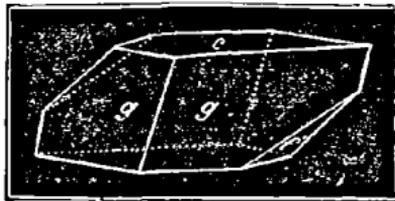
FIG. 110.



avec le prisme oblique à base rhombe *g*, de la face terminale *c* et de la face *a*.

L'angle supérieur de l'arête latérale droite

FIG. 111.

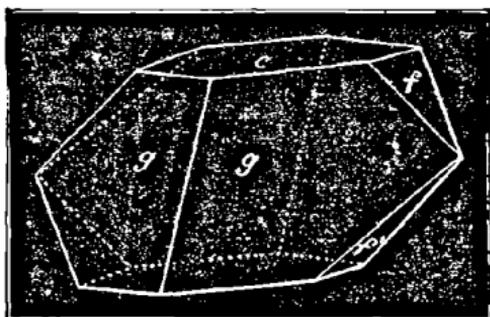


est aigu, son angle inférieur est obtus; l'inverse a lieu pour l'arête gauche. Les

angles aigus peuvent être modifiés seuls, fig. 108 et 109, formes cristallines du sulfate de fer; de même les angles obtus (fig. 111). (Pour distinguer les faces de troncature de ces derniers, de celles des angles aigus, nous les désignerons par f').

La fig. 112 offre à la fois les deux espèces

FIG. 112.



de faces f , et f' . Cette forme se présente dans le sulfate de fer ainsi que celle de la fig. 111.

Il y a des faces qui, tout en modifiant les angles du prisme oblique, tronquent également les arêtes correspondantes de

l'octaèdre que l'on a pris pour forme primitive, dans ce cas cette modification est *droite*, et nous désignons par d et f , les faces qui remplissent ces conditions.

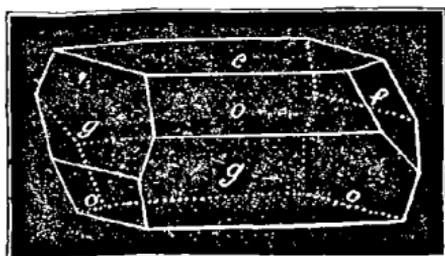
Les faces qui ne tronquent pas les arêtes de l'octaèdre primitif, mais bien celles d'un octaèdre plus obtus ou plus aigu, seront donc désignées par $\frac{1}{2}d$, $\frac{1}{3}d$, $2d$, $3d$, etc., et par $\frac{1}{2}f$, $\frac{1}{3}f$, $2f$, $3f$, etc., suivant que le rapport de l'axe oblique de ces octaèdres à celui des axes horizontaux, est $\frac{1}{2}$, ou $\frac{1}{3}$ de ceux de l'octaèdre primitif, ou qu'il en est le double ou le triple.

Si les faces de troncature des angles du prisme rhomboïdal oblique, se rencontrent en société de faces octaédriques, on peut décider de suite si elles sont les faces de modification droite des arêtes de ces octaèdres, ou si elles pourraient être celles des arêtes d'un octaèdre plus allongé ou

plus surbaissé. Dans le premier cas, les arêtes formées par la rencontre des faces modifiantes avec celles de l'octaèdre, sont parallèles avec celles de l'octaèdre, sont parallèles aux arêtes octaédriques tronquées; elles ne le sont pas dans le second.

Nous voyons, par exemple, fig. 113, (sulfate de fer) parallèles entre elles, les

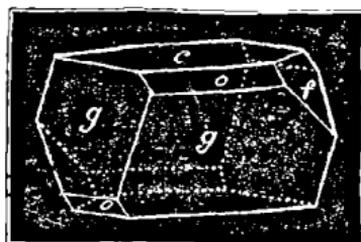
FIG. 113.



arêtes d'intersection des faces *f* et *o*, qui se trouvent à droite et à gauche; de même fig. 114, qui ne diffère de la précédente que par un développement moindre des faces octaédriques. La face *f* est donc la face de modification droite d'une arête

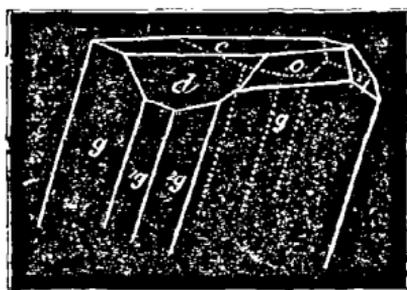
de l'octaèdre o ; nous voyons par contre, fig. 115, que les arêtes d'intersection de $2f$ avec o concourent vers le sommet, nous

FIG. 114.



en concluons que $2f$ est la face de modifi-

FIG. 115.

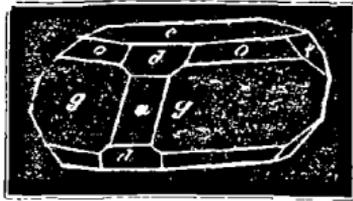


cation droite d'un octaèdre plus allongé, et

même, d'un octaèdre qui aurait une hauteur double, la base restant la même.

Il en est de même des faces qui modifient les arêtes dans lesquelles se coupent les plans o et o' ; l'arête d'intersection de la face d , fig. 116 (sulfate de fer), avec o est paral-

FIG. 116.



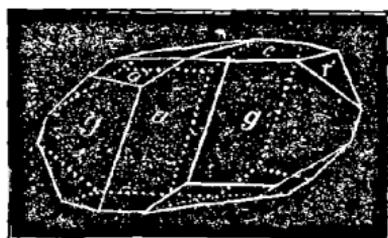
lèle à celle de d et o' ; d est donc une face de modification droite de l'arête octaédrique dans laquelle se couperaient o et o' si d n'y était.

Si d était remplacé par la face de modification droite de l'arête d'un octaèdre plus aigu, les arêtes d'intersection des faces o et o' convergeraient vers le sommet ; si d l'était au contraire par une face de modifi-

cation droite de l'arête d'un octaèdre surbaissé, ces mêmes arêtes divergeraient vers le haut.

La fig. 117 représente une combinaison très intéressante du sulfate de fer; outre les

FIG. 117.



faces g , c et a , on y rencontre encore les faces f et f' , celles de l'octaèdre o' et celle de $\frac{1}{3}f$, qui se trouve entre c et f' . Les arêtes qui terminent de chaque côté la face $\frac{1}{3}f$, en d'autres termes, les arêtes d'intersection de cette face avec celles de l'octaèdre o' , divergent vers le sommet, elles produiraient,

par conséquent, une modification droite avec les arêtes d'un octaèdre plus obtus.

Il résulte de la mesure des angles de ce cristal, que l'octaèdre qui subit cette modification droite n'a, à égalité de base, que le tiers de la hauteur de o ; c'est donc l'octaèdre $\frac{1}{3} o'$, et c'est pour cette raison que nous appelons cette face $\frac{1}{3} f$.

Il arrive quelquefois qu'une combinaison présente les faces modifiantes de plusieurs angles du prisme oblique rhomboïdal, sans qu'elle offre des faces octaédriques. La

FIG. 118.

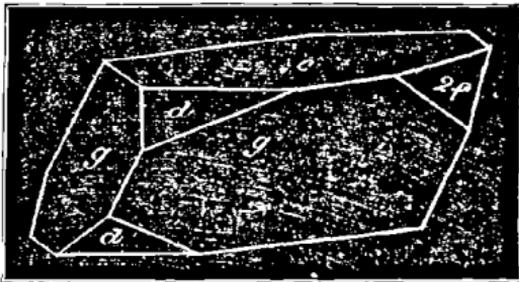


fig. 118, qui est la forme cristalline de

l'acide quinique se trouve dans ce cas. Ici le simple aspect ne suffit pas pour s'assurer si ces diverses faces produiraient des modifications droites sur les arêtes du même octaèdre, ou sur celles de plusieurs autres. La détermination des angles peut seule décider ici.

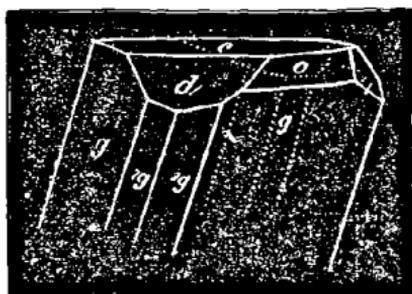
On reconnaît encore, dans le système monoclinique, de même que dans celui du prisme à base rhombe, divers prismes qui, rhombiques dans celui-ci, sont obliques à base rhombe dans l'autre. Ceux-ci sont entre eux comme les prismes correspondants du système rhombique, nous les désignerons donc par g , $2g$, etc., comme ces derniers.

La fig. 119 est une combinaison du sulfate de nickel et de potasse dans laquelle se voient les faces g et $2g$.

Les cristaux de ce système sont souvent défigurés; une des principales causes de ces déformations est due à ce que les quatre faces du prisme g ne sont pas également

développées. Il en résulte pour ce solide une forme tabulaire analogue à celle que

FIG. 119

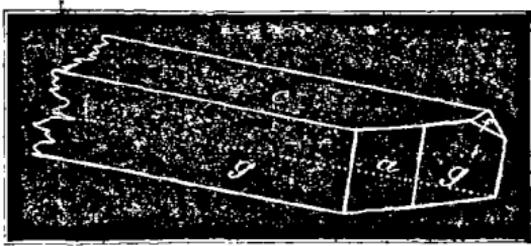


nous avons remarquée dans le système précédent.

Pour ne pas entrer dans trop de détails sur ces monstruosité, nous nous bornerons à l'examen d'une seule, fréquente chez le sulfate de fer et qui est faite pour nous montrer combien ces déformations peuvent rendre méconnaissable le type primitif d'un cristal. La forme fig. 120 n'est autre chose qu'une monstruosité de la forme idéale fig. 121 que nous avons vue plus

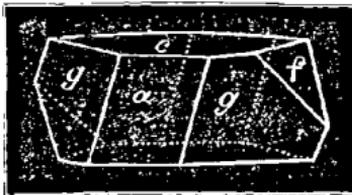
haut. L'accroissement de deux des faces g a été hors de toute proportion et tel, qu'on

FIG. 120



voudrait considérer les faces accrues g et e ,

FIG. 121.



comme étant de même espèce et parallèles à l'axe principal.

Quelques mots encore sur la forme de

certaines faces du système monoclinique, afin de faciliter l'orientation des différentes combinaisons de ce système.

Toutes les faces de la combinaison fig. 97, prisme oblique à base rhombe g avec la face terminale c , sont des parallélogrammes obliquangles.

La face b est toujours un parallélogramme rectangle quand elle rencontre la face c , comme dans les fig. 99 et 100, ou quand elle est terminée en haut et en bas par les faces f ou f' (fig. 109); la face a est un parallélogramme obliquangle, quand elle touche directement la face c , comme fig. 110, ou quand elle en est séparée par la face d (fig. 116).

Les arêtes formées par les faces d avec c , sont perpendiculaires à celles qui sont produites par l'intersection des faces f avec c .

Les faces f (fig. 108) et f' (fig. 111) sont des triangles isocèles; les arêtes communes aux faces f ou f' et à celles du prisme g sont

égales, par contre, les faces *d* sont des triangles scalènes.

Les différentes espèces de cristaux de ce système ne se distinguent pas seulement par le rapport des longueurs de leurs axes, qui varie, mais encore par une inclinaison inégale des axes B et C. C'est ainsi que dans le gypse ces droites forment entre elles un angle de $81^{\circ} 26'$; dans le sulfate de fer, cet angle est de $75^{\circ} 40'$ ¹.

¹ Les combinaisons isomorphes et surtout les sulfates, jouent un grand rôle dans le système monoclinique qui renferme d'ailleurs beaucoup de substances organiques, de même que le précédent, son analogue.

On y rencontre :

Le soufre, le réalgar, le sulfure d'argent flexible, le sulfo-antimoniure d'argent ;

Les sulfates de chaux, de protoxyde de fer et le séléniate de chaux, tous isomorphes et cristallisant avec 2 atomes d'eau ;

Ceux de protoxyde de fer, de cobalt, de manganèse, le séléniate, de cobalt. Ils contiennent tous six atomes d'eau de cristallisation et sont isomorphes ;

SYSTÈME TRICLINIQUE.

Les trois axes de ce système sont inégaux et ne forment pas d'angle droit entre eux.

L'octaèdre qui ne se rencontre jamais isolément, est formé de huit faces qui ne sont de même espèce que deux à deux ; ces mêmes faces sont parallèles. Ce solide est

Ceux de magnésie, de zinc, de cobalt, de nickel, les séléniates de magnésie et de cobalt, isomorphes et renfermant 7 atomes d'eau ;

Enfin le sulfate de soude $+ 10aq$, isomorphe avec le séléniate de soude et le chromate de soude, tous les deux contenant 10 atomes d'eau ;

De plus une série de sulfates doubles de la forme figures 99 et 107, dont la formule générale est $SO^3RO + SO^3ro + 6aq$ dans laquelle R peut être = Mg, Fe, Mn, Ni, Co ou Cu et r = K, Am ou Na.

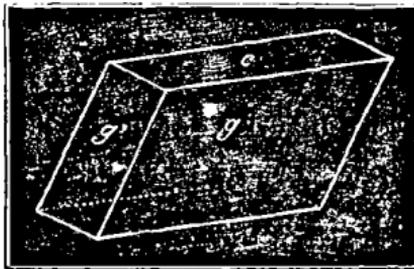
Parmi les substances organiques, nous citerons le sucre de canne et ce'ui de gélatine, les acides tartrique cinnamique, succinique et mucique, l'asarone, l'oxalate neutre, le bi-oxalate et le quadroxalate de potasse.

(J. N.)

donc formé de quatre espèces de faces, d'où suit que deux faces octaédriques peuvent se rencontrer en combinaison avec d'autres faces, sans que les six faces octaédriques restantes s'en ressentent.

Ce qui a été dit, plus haut, des faces octaédriques, est encore vrai pour les arêtes et les angles; il n'y a que les angles et les arêtes opposés diamétralement qui soient de même espèce; ils diffèrent complètement des autres angles et des autres arêtes.

FIG. 122.



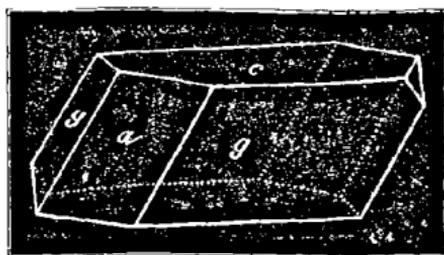
Le prisme de ce système, qui correspond à celui du précédent, est représenté fig. 122.

Ici aussi les faces et les arêtes parallèles, ainsi que les angles opposés diamétralement, ne sont égaux que deux à deux.

La forme fig. 122 peut être considérée comme la primitive du sulfate de cuivre ; toutes les autres formes de ce sel peuvent être dérivées sur ce prisme, par la troncature des angles ou des arêtes.

La figure 123 est une des combinaisons

FIG. 123.



simples du sulfate de cuivre ; on y reconnaît facilement le type primitif de ce sel.

Nous devons nous borner à ces caractères essentiels ; un examen plus approfondi ne

pourrait être entrepris sans entraîner à des longueurs, ce qui est d'autant moins indispensable que ce système est pauvre en minéraux et en produits chimiques ¹.

Qu'il nous suffise de faire remarquer que, par sa dissymétrie complète, le système du prisme à base de parallélogramme oblique est l'extrême opposé du système régulier.

¹ Ce système est le moins riche de tous, on y rencontre tout au plus : l'acide borique, quelques sulfates et séléniates isomorphes cristallisant avec 4 atomes d'eau ; ce sont le sulfate de manganèse, les séléniates de zinc, de manganèse et de cobalt.

$\text{SO}^3\text{CuO} + 5\text{HO}$ (fig. 123) isomorphe avec $\text{SeO}^3\text{CuO} + 5\text{HO}$ et $\text{SO}^3\text{MnO} + 5\text{HO}$.

On y rencontre encore le labrador, l'anorthite, l'albite, l'axinite. Le chlorure d'urane et de potassium ; l'acide paratartrique, le succinate d'ammoniaque.

(J. N.)

NOMENCLATURE ET NOTATIONS.

Les auteurs varient singulièrement sur les différents noms des six systèmes cristallins que nous venons d'examiner. Ainsi le premier système se nomme, d'après :

- MM. Weiss, système *régulier* ou *sphéroédrique*.
Mohs, " *tessulaire*.
Naumann, " *tesseral*.

SYSTÈME QUADRAOCTAÉDRIQUE :

- MM. Weiss, système *bino - singulaxe* (2 und
1 axig).
Mohs, " *pyramidal*.
Naumann, " *tétragonal*.

SYSTÈME HEXAGONAL :

- MM. Weiss, système *terno-singulaxe* (3 und
1 axig).
Mohs, " *rhomboédrique*.
Naumann, " *hexagonal*.

SYSTÈME RHOMBIQUE :

- MM. Weiss, système *singulaxe-binnaire* (1 und
1 axig).
Mohs, " *orthotype*.
Naumann, " *rhombique*.

SYSTÈME MONOCLINIQUE :

- MM. Weiss, système *singulaxe-bino-unitaire*
(2 und 1 gliedrig).
Mohs, " *hémiorthotype*.
Naumann, " *monoclinométrique*.

SYSTÈME TRICLINIQUE :

- MM. Weiss, système *singulaxe-unitaire* (1 und 1 gliedrig).
 Mohs, " *anorthotype*.
 Naumann, " *triclinométrique* ¹.

¹ Voici les noms systématiques d'après les principaux cristallographes français :

<i>Systèmes.</i>	HAUY.
Régulier.	Octaèdre régulier.
Quadraoctaédrique.	" à base carrée.
Rhombique.	" à base rectangle.
Hexagonal.	Rhomboèdre.
Monoclinique.	Prisme à base oblique symétrique.
Triclinique.	Prisme à base oblique non symétrique.
<i>Systèmes.</i>	DUFRENOY.
Régulier.	Cube.
Quadraoctaédrique.	Prisme droit à base carrée.
Rhombique.	Prisme droit rectangulaire.
Hexagonal.	Rhomboèdre.
Monoclinique.	Prisme oblique rhomboïdal.
Triclinique.	Prisme oblique non symétrique.
<i>Systèmes.</i>	BEUDANT.
Régulier.	Tétraédrique.
Quadraoctaédrique.	Prismatique droit à base carrée.
Rhombique.	Prismatique droit à base rectangle.
Hexagonal.	Rhomboédrique.
Monoclinique.	Oblique à base rectangle.
Triclinique.	Prisme oblique à base de parallélogramme obliquangle.

Les formes ainsi que les faces sont également désignées diversement par les différents auteurs. Ces notations ont surtout pour but de faire saisir les relations qui existent entre les formes cristallines, ainsi que la position respective des faces et des axes.

Nous nous occuperons ici des deux systèmes de notation, les plus usités, savoir : celui de M. Weiss, qui est suivi dans la cristallographie de M. G. Rose, puis celui de M. Naumann.

Dans le système de MM. Weiss et Rose, les faces se caractérisent en ce qu'on indique à quelle distance du centre chaque face du cristal idéal coupe les différents axes.

Les faces de l'octaèdre régulier coupent chacun des trois axes à égale distance du centre; si a est cette distance, la *face octaédrique o* s'exprimera par la formule

$$(a : a : a).$$

La *face du cube a* coupe un axe à la distance a et est parallèle aux deux autres; en d'autres termes, elle rencontre ces deux axes à une distance infinie. La face du cube aura donc la formule

$$(a : \infty a : \infty a).$$

La formule de la face d du *dodécaèdre rhomboïdal* est

$$(a : a : \infty a).$$

Car ces faces coupent deux axes à égale distance du centre et sont parallèles au troisième.

Les faces des *icositétraèdres* ou solides à vingt-quatre faces (leucitoèdre et leucitoïde) rencontrent l'un des axes; si on les prolongeait suffisamment, elles rencontreraient les deux autres axes à une distance m fois plus grande; en représentant cette dernière par a , la première distance sera $\frac{1}{m} a$, la for-

mule de l'une des faces de l'icositétraèdre sera donc

$$(a : a : \frac{1}{m} a).$$

Pour le leucitoèdre (fig. 23), la valeur de m est 2. Pour le leucitoïde (fig. 24), cette valeur est 3 ; les faces de ces solides s'expriment donc par

$$(a : a : \frac{1}{2} a),$$

et par

$$(a : a : \frac{1}{3} a).$$

La formule des faces du cube pyramidal (tétrakishexaèdre ou solide à quatre fois six faces) est

$$(a : ma : \infty a).$$

m étant à remplacer par un nombre quelconque dépendant de l'inclinaison des faces. Dans le solide fig. 26, m a pour valeur 2.

Cependant on rencontre encore des solides de ce genre dans lesquels $m = \frac{3}{2}$, 3, $\frac{5}{2}$ et 5.

Le solide à vingt-quatre faces appelé triakisoctaèdre (trois fois huit faces), fig. 28, est

$$(a : a : 2a).$$

On en rencontre encore d'autres qui ont pour formule

$$(a : a : \frac{3}{2} a)$$

et

$$(a : a : 3a).$$

Les faces de l'octaèdre à base carrée coupent les deux axes horizontaux à la distance a , elles rencontrent l'axe vertical à une distance du centre du cristal exprimée par c . Une des faces de ce solide aura donc pour formule

$$(a : a : c).$$

Les formules des faces des octaèdres allongés et surbaissés seront

$$(a : a : 4c),$$

$$(a : a : 2c),$$

$$(a : a : \frac{1}{2} c),$$

$$(a : a : \frac{1}{4} c), \text{ etc., etc.}$$

La face terminale c , fig. 36, 37, 40, etc., est

$$(\infty a : \infty a : c),$$

et pour celles marquées a

$$(a : \infty a : \infty c).$$

Les faces de l'octaèdre du second ordre que nous avons appelées d (fig. 46), et qui produisent une modification droite sur les arêtes de l'octaèdre primitif, sont représentées par

$$(a : \infty a : c).$$

Celles de ces mêmes octaèdres plus aigus

ou plus obtus auront, suivant leur inclination

$$(a : \infty a : 4c),$$

$$(a : \infty a : 2c),$$

$$(a : \infty a : \frac{1}{2} c),$$

$$(a : \infty a : \frac{1}{4} c), \text{ etc., etc.}$$

La formule de la face prismatique *g* fig. 41 est

$$(a : a : \infty c).$$

En désignant par *r* la longueur des axes horizontaux du dodécaèdre à triangles isocèles (fig. 56) du système hexagonal, par *c*, celle de l'axe vertical, la formule pour l'une des faces de ce solide sera

$$(a : a : \infty a : c).$$

Celle des faces du prisme hexagonal

$$(a : a : \infty a : \infty c).$$

Si *c* est la longueur de l'axe vertical de

l'octaèdre primitif du système rhombique, a celle de la petite diagonale, b celle de la grande, une des faces quelconque de l'octaèdre de ce système aura pour formule :

$$(a : b : c).$$

Celle des faces du prisme g (fig. 70) est

$$(a : b : \infty c).$$

Le prisme horizontal brachydiagonal d (fig. 76) est représenté par

$$(a : \infty b : c).$$

et le prisme macrodiagonal f (fig. 72),

$$(\infty a : b : c),$$

les octaèdres $\frac{1}{2}o$, $\frac{1}{3}o$, etc.

$$(a : b : \frac{1}{2}c), (a : b : \frac{1}{3}c), \text{ etc.}$$

les faces du prisme $\frac{1}{2}g$,

$$(a : \frac{1}{2}b : \infty c), \text{ etc., etc.}$$

Les notations des faces des deux autres systèmes sont analogues à celles-ci.

Passons maintenant au système de M. Naumann.

La face de l'octaèdre régulier est désignée par o .

Si l'angle octaédrique est séparé du centre par une distance $= 1$, une des faces du cube coupe l'un des axes à la distance 1, les deux autres à la distance ∞ , le signe de la face cubique est donc $\infty o \infty$.

La formule du dodécaèdre rhomboïdal est ∞o .

Celle de l'icositétraèdre étant $m o m$, le leucitoèdre sera $2 o 2$, le leucitoïde sera $3 o 3$.

La formule de l'octaèdre à base carrée est P ; celle d'un autre octaèdre, dont l'axe vertical est dans un rapport simple, plus grand ou plus petit que l'axe vertical de l'octaèdre primitif, est mP , m pouvant être

$\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 2, 4, etc.; $m = 0$ correspond à la face terminale c dont la formule est oP . Plus l'axe vertical devient grand, plus l'octaèdre devient aigu; il finit enfin par passer à l'état de prisme vertical quand l'axe principal est devenu ∞ ; de là, la formule ∞P pour le prisme g .

L'octaèdre du second ordre, qui produit une modification droite sur les arêtes de l'octaèdre primitif, est $P\infty$.

Et l'octaèdre du second ordre qui tronque les arêtes de l'octaèdre mP est $mP\infty$; par conséquent le prisme a sera désigné par $\infty P\infty$, car ses faces tronquent les arêtes du prisme g , dont la formule est ∞P^1 .

Les formes du système rhombique se notent d'une manière semblable à celle du sys-

¹ La notation des formes du système hexagonal est soumise aux mêmes règles; ainsi le dodécaèdre à base hexagone (fig. 56) étant représenté par P , la face ter-

tème quadraoctaédrique ; l'octaèdre primitif a pour formule P , les octaèdres allongé et surbaissé sont mP, oP ; la face terminale c et le prisme à base rhombe, dont les faces sont désignées par g dans les figures, ont pour formule ∞P .

$\bar{P}\infty$ désigne le prisme horizontal, macrodiagonal f et $\check{P}\infty$ le brachydiagonal d . $2\bar{P}\infty$, $3\bar{P}\infty$ et $\infty\bar{P}\infty$ représentent les prismes macrodiagonaux $2f$, $3f$, ainsi que la face terminale b . $2\check{P}\infty$, $3\check{P}\infty$, $\infty\check{P}\infty$, sont les formules des prismes brachydiagonaux $2d$, $3d$, ainsi que de la face terminale brachydiagonale.

La notation des faces du système monoclinique est la même que celle du système

minale sera oP et le prisme g du premier ordre (fig. 59) ∞P .

De même, le dodécaèdre du deuxième ordre étant P^2 , le prisme qui lui correspond sera ∞P^2 . Dans la notation de M. Rose, ce prisme est représenté par

$$a : 2a : 2a : \infty c \quad (\text{J. N.})$$

rhombique¹, avec la différence toutefois que les faces qui dans ce système sont de même espèce, vu la perpendicularité des axes, ne le sont plus dans l'autre, l'un des axes étant oblique. On distingue donc ces faces par + et —.

Les faces octaédriques, marquées *o* dans nos figures, et dont la supérieure se trouve à droite, l'inférieure à gauche, ont pour formule +P, les faces *o'* qui se trouvent à gauche en haut, et à droite en bas, sont désignées par —P.

¹ Dans le système triclinique, chaque face de l'octaèdre est autrement notée : Les deux faces supérieures qui regardent l'observateur sont désignées par +P, celle de droite est +P'; celle de gauche +P. Les deux faces inférieures sont —P. Mais cette fois —P indique la face de droite et —P', celle de gauche, parce que la face gauche supérieure correspond à la droite inférieure, et ainsi de suite.

On peut faire dériver les autres formes sur cet octaèdre idéal, en suivant la marche qui a été exposée plus haut. Ainsi $\infty P'$, ∞P , $\infty P\infty$, $o\overline{P}$, est une des formes du sulfate de cuivre. (J. N.)

La formule du prisme oblique à base rhombe g est $\pm\infty P$.

La formule de la face f est $+\infty P$.

» » de la face f' est $-\infty P$.

» » du prisme horizontal d est (∞P) .