

TROISIÈME PARTIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

MINÉRALOGIE.

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES CORPS BRUTS ET LES CORPS ORGANISÉS ;
CONSIDÉRATIONS SUR LA MANIÈRE DE LES ÉTUDIER.

On donne le nom de *minéralogie* à cette partie de l'histoire naturelle qui a pour objet l'étude et la connaissance des corps bruts ou inorganiques. Nous avons donné (page 4) les caractères généraux des corps bruts et des corps organisés ; nous n'y reviendrons pas.

L'étude de la minéralogie comprend non seulement les substances solides, telles que les pierres et les métaux, mais les corps liquides et gazeux qui se forment ou qui existent naturellement à la surface du globe.

On peut envisager les minéraux sous différents points de vue. Si on les étudie isolément pour en déterminer les espèces et les variétés, pour les distinguer et les classer, cette partie de la science retient le nom de *minéralogie* proprement dite ; si on les étudie d'une manière générale pour apprécier le rôle qu'ils jouent dans la composition des couches extérieures du globe, leur ordre constant de superposition, et en enfin si on examine les faits et les théories qui expliquent les révolutions successives du globe, cette partie de la science prendra le nom de *géologie*.

La *minéralogie* proprement dite se compose elle-même de plusieurs sections. Ainsi on nomme *crystallographie* cette partie de la science qui s'occupe des formes variées et régulières sous lesquelles les minéraux se présentent à nous. On appelle *métallurgie* cette partie de la minéralogie qui s'occupe d'extraire et de purifier les métaux utiles à l'homme.

Les minéraux offrent des propriétés variées qui tiennent soit à l'arrangement de leurs atomes, soit à leur nature intime. Les premières de ces propriétés ont reçu le nom de *caractères physiques*, et les secondes celui de *caractères chimiques*.

Les *caractères physiques* sont perçus par nos sens, ou appréciés

à l'aide d'instruments qui n'altèrent pas la substance soumise à cette épreuve ; ils ont aussi été désignés sous le nom de *caractères extérieurs*. On donnait particulièrement ce dernier nom à ceux que l'on peut déterminer par les sens seuls ; on réservait le nom de caractères physiques pour ceux que l'on ne peut reconnaître qu'à l'aide d'instruments particuliers : tels sont ceux tirés de l'examen des cristaux, de l'état électrique, de la réfraction, etc. Tous ces caractères sont maintenant réunis sous le nom de *caractères physiques*.

Les *caractères chimiques* ne peuvent se manifester qu'en entamant, détruisant plus ou moins le minéral. Telle est l'action du chalumeau, l'action des acides et des différents réactifs.

PROPRIÉTÉS ET CARACTÈRES PHYSIQUES DES MINÉRAUX. — Les caractères physiques des minéraux sont donc ceux dont on peut acquérir la connaissance, soit directement par les sens, soit en employant certains agents ou instruments qui n'altèrent en rien la nature intime de ces corps. Parmi les caractères physiques des minéraux, le plus important est la forme ; viennent ensuite la structure, la densité ; les propriétés optiques, magnétiques, électriques ; la dureté, la flexibilité, etc.

FORMES ESSENTIELLES DES CORPS BRUTS. — Les corps bruts ou minéraux n'ont pas en général de forme propre et constante comme les corps organiques, et par conséquent leur structure et leur configuration peuvent être influencées par beaucoup de circonstances étrangères. Mais quand aucune cause ne vient troubler l'attraction des molécules des minéraux, quand ils passent de l'état liquide à l'état solide, ils peuvent alors cristalliser, c'est-à-dire qu'ils prennent une structure et une forme régulières. On donne le nom de *formes cristallines* à ces formes polyédriques régulières que peuvent prendre les minéraux.

Dans toute espèce de cristal, on distingue : 1^o les faces, 2^o les arêtes, 3^o les axes, 4^o et enfin les angles solides.

Les **FACES** sont presque toujours des plans qui s'entrecroisent en formant certains angles, soit entre eux, soit avec les axes. Quand ces plans appartiennent à des formes simples, on leur donne le nom de *faces* ; mais lorsqu'ils ont de petites dimensions et qu'ils appartiennent à des formes dérivées, on les nomme *facettes*. On rencontre rarement des cristaux terminés par des surfaces courbes ; cependant le Gypse et le Diamant présentent cette particularité. Dans la plupart des cas, cela peut être attribué à une agrégation irrégulière de petits solides terminés par des plans, ou à des cristaux qui ont été usés par le frottement.

Les **ANGLES** proprement dits sont formés par l'intersection de

trois plans au moins. On donne spécialement le nom d'*arêtes* à ceux qui naissent de la réunion de deux plans seulement. Quand il est question de la mesure d'un angle, il s'agit toujours d'un angle dièdre ou arête, à moins qu'on ne spécifie un autre genre d'incidence.

LES AXES sont des lignes idéales qui joignent les extrémités opposées d'un cristal. Tantôt ils aboutissent à des angles; tantôt ils parviennent au centre des faces, tantôt ils atteignent les arêtes. Dans les trois cas qui précèdent, les axes atteignent des parties identiques; mais cela ne peut pas toujours avoir lieu: par exemple, dans le solide à quatre faces nommé *tétraèdre*, un axe partant d'un angle arrive au milieu d'une face. Dans tous les cas, les axes se coupent mutuellement au centre du cristal.

MESURE DES ANGLES; GONIOMÈTRES. — Dans une même espèce minérale et dans celles de ses variétés qui offrent des formes particulières, les angles ont une mesure égale, et par conséquent les faces sont toujours inclinées de la même manière les unes sur les autres: ainsi le Spath d'Islande rhomboédrique a toujours ses angles obtus de $105^{\circ}, 5$, et ses angles aigus de $74^{\circ}, 55$. Cependant ces mesures peuvent être légèrement modifiées par un changement de température et par quelques légères différences de composition chimique.

On nomme *goniomètres* les instruments propres à mesurer les angles; le plus anciennement employé est celui de Garengeot ou goniomètre d'application.

L'instrument qui donne avec le plus de perfection la mesure des angles est le goniomètre de Wollaston ou celui de M. Babinet; les mesures y sont obtenues par la réflexion de la lumière.

RÉDUCTION DE TOUTES LES FORMES CRISTALLINES A SIX TYPES. — Un fait extrêmement remarquable et qui distingue encore les minéraux des êtres inorganiques, c'est que la forme cristalline, qui, par sa régularité, semblerait être constante dans chaque espèce, peut cependant offrir de très nombreuses modifications. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, dans l'espèce chaux carbonatée, le nombre de formes cristallines observées dépasse 4,400. Toutes ces formes, également régulières, diffèrent par le nombre et la figure de leurs faces; mais elles ont toutes un caractère de symétrie d'après lequel on peut les rattacher les unes aux autres, ou les faire dériver toutes de l'une d'elles. On appelle système cristallin d'un minéral ce groupe de formes que peut prendre un minéral donné.

On comprend sous le nom de *forme dominante* d'un cristal le solide géométrique simple. M. Brochant rapporte les formes dominantes des cristaux à neuf principales, qu'il subdivise en plusieurs

autres. Nous donnons ci-contre (page 502) le tableau des formes dominantes admises par M. Brochant de Villiers.

Voici les divisions admises aujourd'hui pour grouper toutes les formes cristallines.

Tous les cristaux connus peuvent être ramenés à six groupes principaux, six types ou six systèmes de formes cristallines, qui sont: 1^o le cube; 2^o le prisme droit à base carrée; 3^o le prisme droit à base rectangle; 4^o le prisme oblique à base rectangle; 5^o le prisme oblique à base de parallélogramme obliquangle, ou le parallépipède irrégulier; 6^o le rhomboèdre.

Telle est la division qui a été admise par M. Beudant, et qui est généralement suivie; c'est le même groupement qui est adopté par M. G. Rose. Le premier cristallographe se fonde principalement sur la disposition des faces, et le deuxième sur celle des axes.

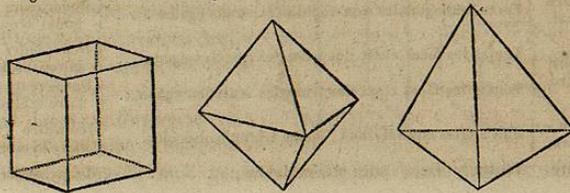
Avant de décrire les six types de formes cristallines, nous devons dire que l'une quelconque des formes d'un système cristallin peut être successivement transformée dans toutes les autres; on arrive à ces transformations par des troncutures que l'on opère symétriquement sur les arêtes et sur les angles solides de la forme type; ces troncutures ont pour but de remplacer ces arêtes ou ces angles par de nouvelles facettes qu'on appelle modifications.

PREMIER TYPE. — SYSTÈME DU CUBE. — Le cube (fig. 468) est un solide terminé par six faces carrées et égales; il présente huit angles solides, tous de même espèce, et douze arêtes semblables. Si l'on remplace chacun des angles solides par autant de troncutures également inclinées sur chacune des faces, on aura d'abord un solide à quatorze faces dans lequel on reconnaîtra facilement le cube; si l'on prolonge davantage ces troncutures, on obtient un autre solide dans lequel les faces primitives du cube ont presque disparu; et de cette forme à l'octaèdre régulier, il n'y a qu'une nuance presque insensible: il suffit pour cela de prolonger les troncutures jusqu'à leur intersection. L'octaèdre régulier (fig. 469), c'est-à-dire le solide à huit faces triangulaires équilatérales, se trouve ici formé par les troncutures ou faces qui ont remplacé les huit angles solides du cube. Le tétraèdre régulier (fig. 470) est un

Fig. 468.—Cube.

Fig. 469.—Octaèdre.

Fig. 470.—Tétraèdre.



FORMES DOMINANTES DES CRISTAUX,
D'APRÈS BROCHANT DE VILLIERS.

Tétraèdre. . .	Tous les triangles égaux.		Tétraèdre régulier.
Parallépipède ou prisme quadrangulaire.	Base perpendiculaire à l'axe.	Faces latérales perpendiculaires entre elles.	Clivages identiques sur les trois faces.
			Deux clivages ident. par rapport aux faces latérales.
			Tous les clivages différents.
	Base oblique à l'axe.	Faces latérales non perpendiculaires entre elles.	Clivages identiques.
			Clivages latéraux différents.
			Angles saillants de la base avec les faces latérales, tous inégaux.
Base oblique à l'axe.	Deux angles saillants de la base avec deux faces latérales oppos., égaux.	Prisme rect. ou rh. à base oblique non symétrique.	
		Deux angles saillants de la base avec deux faces latér. adjacentes, égaux.	
		Angles saillants de la base avec les faces latérales, égaux aux angles saillants des faces latér. entre elles.)	
Octaèdre.	Les trois coupes éant perpendiculaires entre elles.	Toutes trois rectangulaires.	
		Une rectangulaire.	
		Deux rhombes.	
	Deux coupes rhombes inclinées entre elles, perpendiculaires à la troisième, qui est rectangle.	Toutes trois rhomb.	
Prisme hexagonal.	Angles saillants latéraux, tous égaux.	Base perpendiculaire à l'axe.	
		Base oblique à l'axe.	
	Quatre angles saillants latéraux égaux; les deux autres différents des premiers, et égaux.	Base perp. à l'axe.	
Dodécaèdre rhomboïdal.	Tous les angles saillants égaux; tous les rhombes égaux et semblables.	Base oblique à l'axe.	
Dodécaèdre pentagonal.	Tous les angles saillants inégaux; tous les rhombes non semblables.	Base perp. à l'axe.	
		Base oblique à l'axe.	
Dodécaèdre triangulaire.	Toutes les faces étant des triangles isocèles égaux . .	Base perp. à l'axe.	
		Base oblique à l'axe.	
Icosaèdre triangulaire.	Toutes les faces étant des triangles scalènes égaux. .	Base perp. à l'axe.	
		Base oblique à l'axe.	
Trapézoèdre.	Toutes les faces égales et semblables.		Trapézoèdre.

solide à quatre faces triangulaires égales entre elles. L'octaèdre peut être considéré comme formé par la réunion de deux tétraèdres opposés par la base.

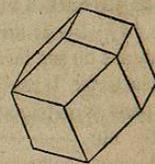
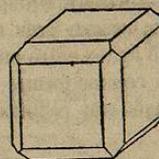
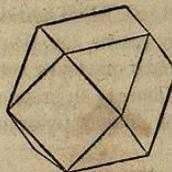
En modifiant le cube ou ses dérivés sur leurs arêtes ou leurs angles solides, on arrive à plusieurs formes secondaires : le *dodécaèdre à faces rhombes*, trois solides différents à vingt-quatre faces, un solide à quarante-huit faces, etc.

Nous représentons dans la fig. 171 un *cubo-octaèdre* solide représentant à la fois les faces du cube et celles de l'octaèdre; la fig. 172 représente un *cubo-dodécaèdre* solide composé du cube et du dodécaèdre rhomboïdal; la fig. 173 représente un dodécaèdre rhomboïdal.

Fig. 171.—Cubo-Octaèdre.

Fig. 172.—Cubo-Dodécaèdre.

Fig. 173.—Dodécaèdre rhomboïdal.



Dans le type qui nous occupe, l'octaèdre se modifie toujours à la fois soit sur toutes ses arêtes, soit sur tous ses angles; il en est autrement dans les cinq autres types.

L'octaèdre de ce type est toujours l'octaèdre régulier géométrique, et le tétraèdre est le régulier.

Beaucoup de minéraux appartiennent au système cristallin cubique. Nous citerons entre autres le Sel marin, les sulfures de Fer et de Plomb, le fluorure de Calcium, etc.

DEUXIÈME TYPE.—SYSTÈME DU PRISME DROIT A BASE CARRÉE. — Ce solide est un polyèdre terminé supérieurement et inférieurement par deux surfaces carrées égales et parallèles, et offrant latéralement quatre parallélogrammes variables pour leur longueur.

Dans les fig. 174 et 175, on a représenté deux prismes droits à base carrée variables pour leur hauteur. Ce système renferme, comme formes secondaires, l'octaèdre à base carrée, un prisme à huit pans symétriques, mais non réguliers,

Fig. 174.—Prisme à base carrée.

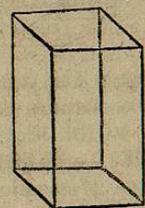


Fig. 175.

Prisme carré.



et une double pyramide droite de même base que ce prisme octogone, etc.

L'octaèdre qui appartient à ce type, au lieu de se modifier à la fois sur tous ses angles solides comme dans le type précédent, ne se modifie souvent que sur deux angles du sommet ou sur les angles latéraux : il en est de même des arêtes.

Dans les octaèdres qui appartiennent à ce type, les faces ne sont plus toutes également inclinées, ce sont des *octaèdres à base carrée* (fig. 176).

Les minéraux qui appartiennent à ce type cristallin sont : l'Oxide d'étain, le Zircon.

TROISIÈME TYPE. — PRISME DROIT A BASE RECTANGLE (fig. 177). — Il diffère du prisme droit à base carrée, en ce que les angles de ses faces sont égaux entre eux, tandis que leurs côtés sont inégaux. Il renferme, comme formes secondaires, un prisme à huit pans symétriques, mais non régulier, une double pyramide droite, etc.

Plusieurs octaèdres de ce type ne se modifient souvent que par deux faces opposées à chaque sommet ; il n'y a aussi souvent que la moitié des arêtes qui sont modifiées. Les octaèdres de ce type sont des *octaèdres à base rectangle*, et des octaèdres à base rhombe. La figure 178 repose entre un octaèdre symétrique à face scalène. La figure 179 représente un octaèdre à base rectangulaire et à faces isocèles.

Fig. 177. — Prisme à base rectangulaire.

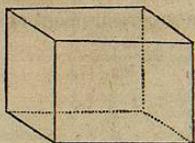


Fig. 178. — Octaèdre symétrique à faces scalènes.

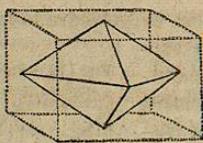
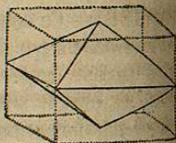


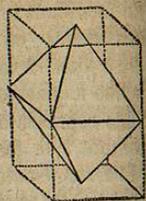
Fig. 179. — Octaèdre à base rectangulaire (faces isocèles).



Le Soufre et la Topaze font partie de ce système cristallin, de même que les sulfates naturels de baryte, de strontiane et de plomb.

CINQUIÈME TYPE. — PRISME OBLIQUE A BASE RECTANGLE (fig. 180). — C'est celui dont les arêtes ne sont pas perpendiculaires à la base des pans. Ce système se compose, comme le précédent, de prismes et d'octaèdres à base rectangle;

Fig. 176. — Octaèdre à base carrée.



cette base est constamment oblique au lieu d'être perpendiculaire aux arêtes des prismes ou aux axes des octaèdres. Ainsi, ce qui caractérise ce type, c'est que toutes les formes sont obliques, et que c'est en cela qu'elles diffèrent principalement de celles du type précédent. L'octaèdre est un *octaèdre rectangulaire oblique*; le parallépipède est un prisme oblique, soit rectangulaire, soit rhomboïdal. De ces propriétés résultent beaucoup d'octaèdres spécifiques.

La figure 181 représente un octaèdre irrégulier; les faces sont de deux ordres différents. La figure 182, un prisme oblique rectangulaire inverse, et la figure 183 un dodécaèdre irrégulier. Les faces sont de trois ordres différents. Ce système cristallin comprend le Feldspath, l'Amphibole, le Pyroxène; les Sulfates de fer, de Chaux hydratée, etc.

Fig. 181. Octaèdre irrégulier.

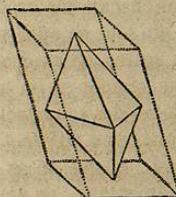


Fig. 182. Prisme oblique rectangulaire.

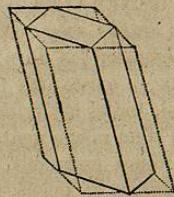
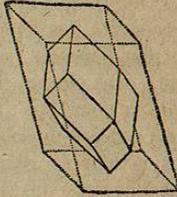


Fig. 183. Dodécaèdre irrégulier.



CINQUIÈME TYPE. — PRISME OBLIQUE A BASE DE PARALLÉLOGRAMME OBLIQUANGLE. — Ce type se compose essentiellement de prismes et d'octaèdres obliques à base parallélogramme. On n'a encore observé dans ce groupe que des parallépipèdes; ils se modifient sur deux arêtes latérales, et la face première est inégalement inclinée sur les faces adjacentes, ce qui n'arrive pas dans les autres types; jamais dans ces prismes on ne rencontre d'angles droits. Peu de substances cristallisent ainsi. Le Sulfate de cuivre, l'Axinite se rapportent à ce système.

SIXIÈME TYPE. — SYSTÈME DU RHOMBOÈDRE. — On appelle rhomboèdre (fig. 184) un solide à six faces rhombes toutes égales entre elles, disposées symétriquement autour d'un axe, passant par deux angles solides opposés et égaux. Le

Fig. 180. Prisme oblique rectangulaire.

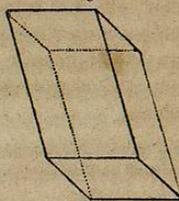


Fig. 184. Rhomboèdre.



système rhomboédrique comprend, outre le rhomboèdre, les dodécaèdres à triangles scalènes ou isocèles, le prisme hexaèdre régulier, etc. Les octaèdres sont rares dans ce type. La figure 185 représente un rhomboèdre passant au dodécaèdre isocèle. La figure 186 représente un dodécaèdre isocèle à triangles isocèles. La figure 187 représente un dodécaèdre scalène à faces triangulaires scalènes.

Fig. 185. — Rhomboèdre passant au Dodécaèdre.

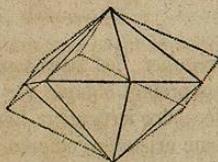


Fig. 186. Dodécaèdre isocèle.

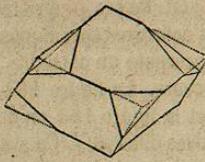
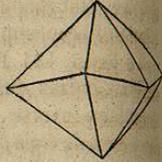


Fig. 187. Dodécaèdre scalène.



Parmi les nombreux minéraux que ce système contient, nous citerons les carbonates de chaux, de magnésie, de baryte, l'émeraude, le cristal de roche, le rubis et le saphir.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.—Dans chacun des groupes précédents, les diverses formes, même celles qui sont en apparence les plus opposées, se déduisant les unes des autres, on en conclut que, dans chacun d'eux, il existe une forme simple qu'on peut prendre pour type : ainsi, toutes les formes de solides se rattachent à six espèces de solides d'un même genre, mais peu différent par des caractères géométriques essentiels. Ainsi, quand on se fait une idée nette des six espèces de solides fondamentaux, on peut y rapporter avec facilité toutes les formes diverses que présentent les substances minérales. Cette forme a reçu le nom de *forme type* ou *primitive*.

Dimorphisme et isomorphisme.—Si ces règles ne présentaient pas d'exceptions, on aurait ainsi un moyen aussi exact que facile pour distinguer les divers minéraux. Il existe deux phénomènes qui diminuent beaucoup l'importance des formes cristallines : c'est le *dimorphisme* et l'*isomorphisme*. Le dimorphisme est la faculté que possèdent des substances identiques par leur nature de cristalliser sous des formes qui dérivent de deux types différents, exemple : Arragonite et spath d'Islande. L'*isomorphisme* consiste en ce que des corps différents par leur nature affectent au contraire la même forme, exemple : Sulfures et sélénures de plomb, d'argent, ainsi les oxides de fer, de manganèse, d'aluminium.

Causes des changements de formes de la même substance.—La véritable cause des variations que présentent les mêmes substances

dans la forme cristalline, c'est la non-parité de circonstances pendant lesquelles la cristallisation s'effectue. Ces différences peuvent dépendre de la température, de la nature du dissolvant, de la présence de quelques substances étrangères : ainsi j'ai vu que l'iodure de potassium, qui cristallise toujours en cubes, cristallisait en octaèdres par la moindre trace d'iode. M. Beudant, qui s'est beaucoup occupé de cette question, cite les exemples suivants : «L'alun du commerce, épuré par plusieurs cristallisations successives, finit par cristalliser dans l'eau pure en octaèdres très nets et complets dans toutes leurs parties.

Maintenant, si à la solution du sel ainsi préparé on ajoute quelque autre sel, quelque acide ou quelque base, on obtient des cristaux modifiés ou même entièrement différents. Avec l'acide azotique les quatre angles solides de l'octaèdre sont chacun remplacés par une face ; avec l'acide hydrochlorique, on obtient les facettes qui conduisent à l'icosaèdre. L'acide borique détermine la formation de cristaux cubiques ; quelques gouttes de carbonate de potasse ou d'ammoniaque, ou même encore un carbonate en poudre agité dans la liqueur, produisent le même résultat. Une solution saturée à 100° ne produit en refroidissant que des cristaux octaèdres ; mais saturée en vase clos à des températures plus élevées, elle donne lieu à des dodécaèdres rhomboïdaux et à des trapézoèdres. On voit donc qu'on peut obtenir de l'alun sous des formes très variées, qui tiennent entièrement aux circonstances dans lesquelles le sel se trouve placé. Tous les autres sels présentent des modifications analogues, quand on fait convenablement varier la nature du liquide et la température.»

Loi de symétrie.—En cristallographie on donne le nom de *loi de symétrie* au principe suivant : Dans un cristal, toutes les parties de même espèce sont modifiées à la fois de la même manière, ou réciproquement, que les parties d'espèces différentes se modifient isolément ou différemment. Ainsi, quand toutes les arêtes ou tous les angles d'un cristal sont de même espèce, ils restent tous intacts à la fois, ou se modifient tous à la fois de la même manière.

Les substances minérales ne se présentent que fort rarement sous forme de cristaux isolés ; le plus souvent ils sont groupés et réunis ensemble, de telle sorte que, dans beaucoup de circonstances, il n'y a que quelques unes de leurs parties qui soient libres ; mais, comme dans toutes les formes cristallines, les faces et les angles ont des inclinaisons déterminées. Cette soudure des cristaux se fait toujours d'une certaine manière en quelque sorte régulière.

CLIVAGE OU STRUCTURE RÉGULIÈRE. — On entend par structure régulière des corps cristallisés une disposition régulière des molécules qui permet de diviser les substances cristallines suivant des plans aussi brillants que les faces naturelles. On donne le nom de clivage à l'opération par laquelle on arrive à cette division. Ainsi un morceau de galène ou de spath calcaire, frappé avec un marteau, se partage en un grand nombre de fragments, cubiques dans le premier, rhomboédriques dans le second; de même, si l'on prend un morceau de gypse ou de mica, on le partagera avec la plus grande facilité en lames de plus en plus minces. Cette propriété de se cliver dépend de la structure régulière des cristaux, qui sont composés de rangées de molécules formant des lamelles superposées les unes aux autres. Tous les cristaux ne se prêtent pas aussi facilement que ceux que nous venons de nommer à l'opération du clivage, il en est quelques uns dans lesquels elle est à peu près impossible; dans d'autres, la percussion produit simplement des fissures dans l'intérieur même du cristal; ces fissures correspondent toujours aux faces naturelles du cristal, et par la direction de leurs stries ou les résultats de lumière qu'elles déterminent, elles servent encore à faire reconnaître leur direction. Dans les substances très dures, on se sert d'un autre moyen pour rendre sensible la division des faces du clivage. On fait chauffer fortement le cristal, puis on le plonge immédiatement dans l'eau froide; le changement brusque de température donne lieu à des fissures qui correspondent aux faces du cristal. L'opération du clivage est très précieuse, parce qu'elle donne constamment la même forme, quelles que soient les variétés de formes secondaires sous lesquelles se présente une même espèce minérale. On nomme forme primitive le solide ordinairement simple que l'on peut extraire d'un cristal par le moyen du clivage.

FORMES IRRÉGULIÈRES DES MINÉRAUX. — Toutes les substances minérales ne se présentent point avec des formes cristallines régulières; très souvent, au contraire, elles sont en masses amorphes. C'est ainsi que la craie et les différents calcaires ne ressemblent en rien extérieurement aux beaux cristaux de Spath d'Islande; et cependant ces trois substances, presque identiques pour la composition chimique, appartiennent à la même espèce. Nous allons faire connaître les formes irrégulières les plus constantes que présentent les minéraux.

On appelle *dendrite* ou arborisation des réunions de petits cristaux irréguliers disposés de manière à représenter en quelque sorte un petit arbre ramifié, et cette disposition se rencontre dans les Agates.

On nomme *stalactites* une des formes irrégulières que présentent les minéraux, et en particulier le Carbonate de chaux; ce sont des espèces d'aiguilles ou de cônes renversés.

Les grottes d'Antiparos dans le Levant, celles qui environnent la cascade de Terni dans les États romains, la grotte d'Arcy en France, offrent des exemples de stalactites de toutes les formes.

Les *stalagmites* diffèrent des stalactites en ce qu'elles se développent sur la surface de la terre au lieu de se produire aux voûtes, et qu'elles prennent alors une apparence mamelonnée.

Les *oolithes* sont des pierres composées de couches concentriques superposées. On appelle *géodes* les substances cristallines arrondies qui présentent une concavité interne. Les minéraux offrent souvent des formes qu'ils ont empruntées à d'autres substances: ou les matières de ces liquides se sont introduites dans un moule laissé vide par la destruction d'un corps organique, ou ces résultats se sont produits par pétrification. Ainsi les eaux de certaines fontaines laissent déposer du Carbonate de chaux sur tous les objets qu'elles arrosent, et ces objets devenant les noyaux de matières pierreuses, conservent plus ou moins leur forme; telles sont les eaux de Saint-Philippe en Toscane, de la fontaine de Saint-Allyre en Auvergne. D'autres fois certaines substances pierreuses, en général siliceuses ou calcaires, pénètrent les corps organisés, se substituent aux molécules organiques à mesure qu'elles se détruisent, finissent par les remplacer entièrement, et constituent les *pétrifications*, si communes dans certains terrains. Tantôt ce sont des bois, des fruits; tantôt des coquillages, des oursins, qui sont changés en pierres de diverse nature. En prenant la configuration d'autres minéraux, plusieurs substances se présentent avec des formes qui leur sont tout-à-fait étrangères; elles se moulent dans des cavités formées par des cristaux d'une autre substance, qui était empâtée, et dont les cristaux se sont détruits par une cause quelconque. Ces pseudo-cristaux sont assez communs dans la nature, et pourraient induire en erreur si l'analyse chimique et des circonstances géologiques ne donnaient pas des indices sur leur nature. On peut observer ce phénomène aux environs de Paris, où l'on rencontre des masses de Quartz cristallisé, qui offre la forme lenticulaire de la Chaux sulfatée, dont il a pris la place. Enfin il arrive que certains cristaux, au lieu de se détruire, conservent leur forme en perdant un de leurs principes constituants, qui est remplacé par un autre. On donne à ce phénomène le nom d'*épigénie*.

STRUCTURE IRRÉGULIÈRE. — Quand la cristallisation est confuse, la structure devient irrégulière: on la désigne souvent alors sous le nom de *texture*. Si on n'aperçoit plus aucun indice de cristalli-

sation, comme dans les masses terreuses, la structure est dite *compacte*; si la substance est brillante, translucide comme du verre, la structure est dite *vitreuse*. Si on rencontre encore quelque indice de cristallisation, on l'indique par des épithètes variées : *structure lamellaire*, etc.

POIDS SPÉCIFIQUE. — Le poids spécifique ou densité d'un corps est le rapport de son poids à son volume. On prend l'eau distillée à son maximum de densité comme point de comparaison : ainsi un volume donné d'eau pesant 1, le même volume de plomb pèsera 11,352, le même volume d'or 19,237. Toutes les substances minérales ont une densité qui leur est propre; elle est fixe dans chaque espèce, et varie pour chacune d'elles. On emploie pour prendre la densité des corps un instrument connu sous le nom de *balance de Nicholson*. (Voy. *Physique*, article *Densité*.) Mais le procédé le plus simple et le plus exact est le suivant. On prend un flacon bien bouché à l'émeri et rempli d'eau distillée, on le place avec le corps dont on veut connaître le poids spécifique, et qu'on a pesé préalablement dans le plateau d'une balance, et on pèse le tout. On met ensuite le corps dans le flacon; il en fait sortir un volume d'eau exactement égal au sien. Le flacon, bien essuyé et contenant le corps, est pesé de nouveau. La différence en moins de ce dernier poids au premier exprime le poids de l'eau déplacée. Il devient alors très facile d'établir le rapport du poids de l'eau à celui du corps en expérience.

CARACTÈRES OPTIQUES DES MINÉRAUX. — TRANSPARENTENCE. — On dit qu'un minéral est *transparent* lorsqu'il se laisse assez facilement traverser par les rayons lumineux pour permettre d'apercevoir un corps placé derrière lui. Ex. : le Spath calcaire, le Cristal de roche, etc. Lorsqu'on ne peut distinguer les objets que confusément en regardant à travers un corps, on dit qu'il est *demi-transparent*. Ex. : certaines Agates. Si le minéral laisse seulement traverser la lumière sans permettre de distinguer les objets placés derrière lui, on dit qu'il est *translucide*. Ex. : les Cornalines. Enfin on dit qu'un corps est *opaque* lorsqu'il ne se laisse point traverser par la lumière. Les métaux sont tous opaques.

RÉFRACTION SIMPLE ET DOUBLE. — RAPPORTS AVEC LA FORME. — On donne le nom de *réfraction* à cette propriété dont jouissent seulement les corps transparents de dévier les rayons lumineux qui les traversent. Voici la loi de cette déviation. Lorsqu'un rayon lumineux passe obliquement d'un milieu dans un autre de densité différente, il éprouve, à partir de son point d'immersion, une déviation plus ou moins grande, qui varie suivant la nature du milieu. S'il passe de l'air dans un corps solide ou liquide, le rayon

se rapproche de la perpendiculaire élevée au point d'immersion; si, au contraire, le milieu est moins dense, il s'en écarte.

Cette propriété de réfraction simple est propre à tous les minéraux appartenant au système cubique, et se rencontre dans un grand nombre d'autres corps : elle sert à faire distinguer plusieurs substances minérales quand elles sont exemptes de tout mélange qui pourrait dévier la marche des rayons. Voici, en effet, l'indice de réfraction des substances principales : Diamant, 2,439 à 2,755; — Soufre, 2,115; — Zircon, 1,950; — Grenat, 1,815; — Rubis spinelle, 1,812; Saphir bleu, 1,794; — Rubis oriental, 1,779; — Saphir blanc, 1,768; — Feldspath, 1,764; — Sel commun, 1,557; — Borax, 1,475; — Alun, 1,457; — Fluorure de calcium, 1,436.

RÉFRACTION DOUBLE. — Plusieurs corps, qui appartiennent aux autres systèmes cristallins que le cubique, jouissent de la propriété remarquable de diviser en deux faisceaux le rayon lumineux. Un corps placé derrière une semblable substance se voit double; on dit alors que cette substance jouit de la *double réfraction*. On peut observer cette belle propriété dans le Spath d'Islande, dans le Soufre, dans le Cristal de roche, etc. Tantôt cette propriété se fait voir à travers deux faces parallèles d'un cristal, comme dans le Spath calcaire; tantôt entre des faces non parallèles, comme dans le Cristal de roche.

La réfraction double peut être utilement invoquée pour reconnaître plusieurs substances transparentes. Jamais on ne confondra, par exemple, le Verre et le Cristal de roche (Quartz hyalin), le Rubis spinelle et le Rubis oriental, le Grenat et le Zircon, etc., parce que les premiers corps de chaque exemple donnent la réfraction simple, et les seconds la réfraction double. Les premiers sont donc des corps non cristallisés (le Verre), ou qui appartiennent au système cubique (le Spinelle et le Grenat); les seconds sont au contraire des corps cristallisés qui appartiennent à l'un des autres systèmes.

COULEURS. — Les substances minérales peuvent être incolores ou diversement colorées. La coloration peut être accidentelle; alors ce caractère est de peu de valeur : il en a une beaucoup plus grande quand elle est constante : ainsi le Sulfure de mercure a toujours une nuance rouge, le Molybdate de plomb une jaune.

PHOSPHORESCENCE. — On donne ce nom à la propriété qu'ont certains minéraux de devenir lumineux dans l'obscurité dans des conditions données.

Le moyen le plus efficace pour rendre les minéraux phosphorescents est de les chauffer assez fortement; cette propriété se remarque

dans le Spath calcaire, le Phosphate de chaux, le Chlorure d'argent, mais surtout dans une variété de Fluorure de chaux connue sous le nom de Chlorophane. Lorsqu'une substance phosphorescente a été chauffée à plusieurs reprises, elle perd cette propriété; mais on peut la lui rendre, comme l'a montré Perseal, en la soumettant à une décharge continue d'étincelles électriques: souvent la simple chaleur du soleil suffit pour rendre les corps phosphorescents. On observe cette propriété dans cette variété de Sulfate de baryte connue sous le nom de Phosphore de Bologne.

L'éclat est la manière dont un corps réfléchit la lumière. On emploie diverses expressions pour caractériser cette propriété dans les minéraux: ainsi on dit *éclat métallique, résineux, nacré, gras*, etc.

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME. — Les substances minérales peuvent être classées, par rapport à l'électricité, en deux grands groupes: les corps conducteurs ou ceux qui conduisent facilement l'électricité: les métaux viennent au premier rang dans cette série; les corps isolants, ceux qui ne conduisent pas l'électricité, mais qui s'électrisent avec la plus grande facilité. Les moyens qu'on emploie pour développer l'électricité dans les minéraux sont le frottement et la chaleur: la Topaze et le Spath d'Islande s'électrisent par le seul frottement. Parmi les minéraux, il en est qui, en s'électrisant, jouissent de la propriété de présenter les deux pôles. Le plus remarquable de tous, c'est la Tourmaline. Le développement de l'électricité dans ce minéral se fait selon les lois suivantes: la tension électrique va croissant comme la chaleur; dès que la température devient stationnaire, l'électricité disparaît complètement; dès que la température décroît, l'électricité reparait. Mais, ce qui est fort singulier, les pôles ont changé: l'extrémité du cristal qui manifestait l'électricité positive offre l'électricité négative, et *vice versa*. Le magnétisme est considéré aujourd'hui comme une modification de l'électricité. Il n'y a qu'un petit nombre de corps qui jouissent de la propriété d'agir sur l'aiguille aimantée: tels sont le *Fer*, le *Nickel* et le *Cobalt*, mais seulement dans certains états déterminés.

DEGRÉ DE RÉSISTANCE AUX ACTIONS MÉCANIQUES — On donne le nom d'*élasticité* à la propriété qu'ont plusieurs substances minérales de céder à l'effort que l'on fait pour les courber, et de revenir fortement à leur position primitive quand cet effort cesse. Le Mica, qui ressemble tant au Talc, en diffère par son élasticité, dont l'autre manque.

La DURETÉ, considérée sous le point de vue minéralogique, exprime la résistance à se laisser rayer ou entamer par un autre corps. Pour que la dureté pût devenir un caractère dans les minéraux,

on a en quelque sorte dressé une table qui sert de point de comparaison: ainsi, entre le Talc, qui est la matière la plus tendre, et le Diamant, qui est la plus dure, on a placé huit autres substances dont la dureté va en croissant. Voici ces minéraux: *Talc, Gypse, Calcaire, Spath fluor, Phosphate de chaux, Feldspath, Quartz, Topaze, Corindon, Diamant*. Si l'on veut exprimer le degré de dureté d'un corps qui ne soit pas compris dans la table précédente, on l'essaie par les corps qui forment cette table, et l'on arrive à un point où le corps qu'on essaie cesse d'être rayé. On dit alors que tel corps est rayé par tel des corps de la table, et raie tel autre de la même table.

TÉNACITÉ. — On appelle ainsi la résistance que les corps opposent aux chocs. La ductilité, la malléabilité et la flexibilité sont des propriétés qui appartiennent particulièrement aux métaux.

SAVEUR. — ODEUR. — Tous les corps solubles sont sapides; un grand nombre d'entre eux peuvent se caractériser par leur saveur. Ex.: le Sel marin, l'Alun, le Sulfate de magnésie, etc. Les odeurs peuvent être distinguées en propres ou accidentelles: ainsi l'odeur suffocante du Chlore, de l'Acide sulfureux, sont des odeurs propres; ainsi plusieurs bois bitumineux ont une très forte odeur bitumineuse qui est accidentelle.

CARACTÈRES CHIMIQUES DES MINÉRAUX. — Si les propriétés physiques que nous avons étudiées précédemment fournissent d'excellents caractères pour distinguer les minéraux, cependant elles peuvent rarement servir seules à bien caractériser les espèces: il faut avoir recours aux propriétés chimiques.

COMPOSITION DES MINÉRAUX; SES LOIS; MANIÈRE DE L'EXPRIMER. — Les différences que l'on observe dans les minéraux peuvent dépendre de la nature, du nombre et de l'arrangement des atomes simples dont se composent leurs molécules. Les corps bruts peuvent être: 1° ou des corps simples, 2° ou des combinaisons définies, 3° ou des mélanges hétérogènes.

Voici la liste des substances qu'on rencontre à l'état de simplicité: le Soufre, le Carbone, le Tellure, l'Antimoine, l'Arsenic, l'Or, le Platine, le Palladium, l'Argent, le Mercure, le Bismuth, le Cuivre et le Fer. Les combinaisons définies peuvent être ou des composés binaires, ou quaternaires, ou rarement d'un ordre plus élevé. Les composés binaires sont très nombreux dans la nature; les plus importants sont les oxides, les sulfures, les chlorures, etc. Les composés ternaires sont formés de deux composés binaires qui ont un élément commun: le soufre, l'oxygène, le chlore: ainsi le sulfate de baryte est un composé ternaire dans lequel entrent le soufre, l'oxygène et le baryum. Les composés quaternaires, ou ceux