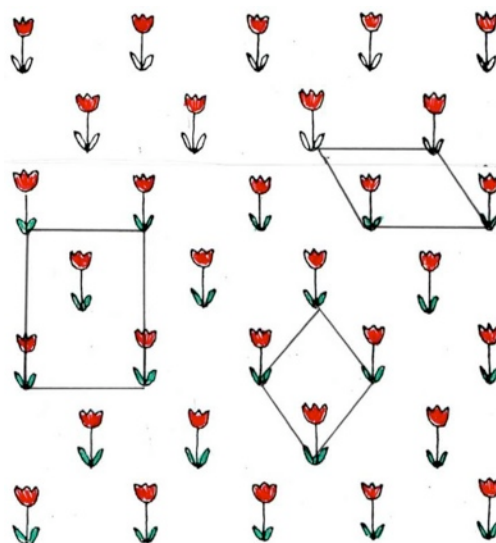


La structure cristalline : comme sur un papier peint

Extrait de «*Ma première collection de minéraux*»

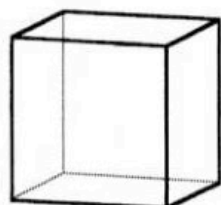
Sur un papier peint, on distingue un motif décoratif répété régulièrement sur toute l'étendue de la paroi selon une loi géométrique bien précise. Si, par l'imagination, nous traçons un réseau de lignes droites passant par les motifs, on fait apparaître une sorte de grillage dont les mailles sont des figures géométriques identiques (parallélogrammes, triangles, rectangles, losanges ou carrés). On constate que ces mailles se répètent sur toute la surface du mur par simple déplacement dans les deux directions du plan du papier peint.



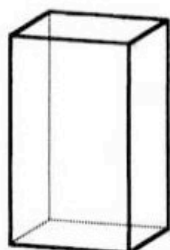
Si on étend cette comparaison aux minéraux, soit dans les trois directions de l'espace, la maille de notre papier peint devient un parallélépipède¹ qu'on appelle la *maille élémentaire*.

Quant au *motif*, on le définit comme le plus petit groupement d'atomes qui, infiniment répété par la maille élémentaire dans les trois directions de l'espace, constitue le minéral. La proportion des différents atomes présents dans le motif est identique à celle qu'indique la formule chimique.

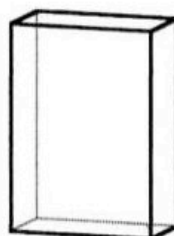
La maille élémentaire est donc un polyèdre qui doit pouvoir remplir tout l'espace d'une manière jointive par juxtapositions successives. Sept polyèdres simples répondent à ce critère et définissent les *sept systèmes cristallins* bien connus des minéralogistes.



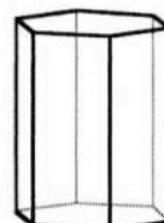
Cubique
cube



Quadratique
prisme droit à base carrée



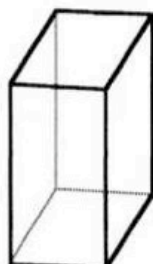
Orthorhombique
prisme droit à base rectangle



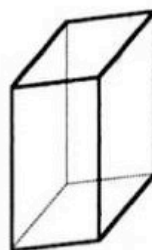
Hexagonal
prisme droit à base hexagonale



Rhomboédrique
rhomboèdre



Monoclinique
prisme oblique à base rectangle



Triclinique
prisme oblique sur toutes ses arêtes

¹ Mot horrible et difficile à prononcer qui désigne un polyèdre à six faces équivalentes, toutes parallèles deux à deux.

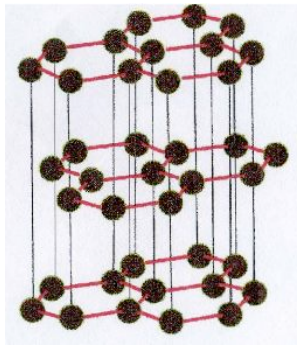
Variations sur la structure et la composition chimique

Nous avons vu que la notion d'espèce minérale impliquait une composition chimique associée à une structure bien définie. Toutefois, il arrive parfois que des mêmes atomes puissent s'assembler de manières différentes.

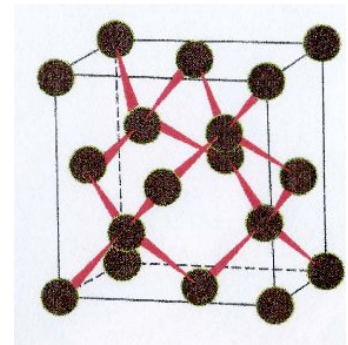
Par exemple, le diamant et le graphite, deux minéraux aux propriétés diamétralement opposées, sont constitués tous deux d'atomes de carbone. Dans le graphite, ces atomes se disposent comme un empilement de treillis hexagonaux alors qu'à l'intérieur du diamant, ils s'assemblent selon une structure qui fait penser à des octaèdres. Les minéralogistes parlent alors de *polymorphisme*.



Atomes de carbone



Structure du graphite

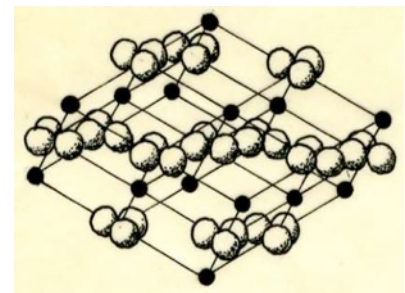


Structure du diamant

Ce sont les conditions de pression et de température qui existaient au moment de la formation du minéral qui ont déterminé une structure plutôt qu'une autre. Pour le diamant, il faut une pression énorme. À pression ordinaire c'est toujours le graphite qui se forme.

Même structure mais composition chimique différente

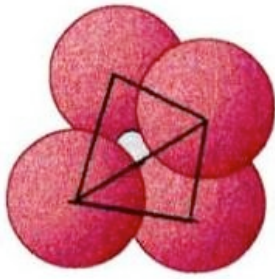
Parfois, dans une même structure, certains atomes peuvent être remplacés par d'autres de même taille et d'affinité chimique semblable. Ainsi dans la structure de la calcite, les atomes de calcium (en noir sur le dessin) peuvent être remplacés dans la structure par des atomes de fer, ce qui donne la sidérite. Les minéralogistes parlent alors d'*isomorphisme*.



La classification des minéraux

Dans le monde des atomes, le nom de famille des corps composés dérive du nom de l'anion qui, dans notre représentation imagée est une dame. C'est ainsi que Mme Oxygène (O) confère son nom aux oxydes, Mme Soufre (S) aux sulfures, Mme Chlore (Cl) aux chlorures et Mme Fluor (F) aux fluorures.

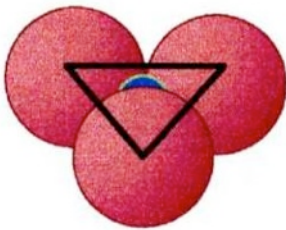
Malheureusement, dans le monde des atomes, le nombre des dames est restreint. Cela limiterait le nombre des classes chimiques si on ne s'était pas aperçu que les sœurs Oxygènes, qui représentent à elles seules 62 % du nombre des atomes dans la croûte terrestre, ont l'habitude de constituer, avec certains messieurs très attirés par les dames, des groupes à tendance féminine (que les chimistes et les minéralogistes appellent groupes anioniques ou briques anioniques).



Le plus connu d'entre eux est le "tétraèdre SiO_4 " constitué de quatre grosses sœurs Oxygène tenant enfermées entre elles le tout petit Silicium. On parle de tétraèdre SiO_4^{2-} , car les quatre atomes d'Oxygène sont situés aux sommets d'un tétraèdre imaginaire. Si on fait le compte des bras utilisés, on constate qu'il y a 8 bras féminins contre 4 bras masculins, ce qui laisse un excédent de 4 bras féminins qui sont utilisables pour lier le groupe à d'autres messieurs encore disponibles.

disponibles.

Par exemple, Monsieur Zirconium avec ses quatre bras va se précipiter vers ce tétraèdre SiO_4 pour former le Zircon, ZrSiO_4 . Le tétraèdre SiO_4 est bien connu des minéralogistes et il donne son nom à la super classe des *silicates*.



Le groupe CO_3 est lui aussi très connu: il est constitué de trois sœurs Oxygène qui enserrant le petit Carbone. Le bilan des bras est le suivant : six bras féminins des sœurs Oxygène et 4 bras masculins du petit Carbone. Les deux bras disponibles sont prêts à accueillir un monsieur à deux bras, Monsieur Calcium, par exemple, pour constituer la calcite CaCO_3 . Le groupe CO_3 donne son nom à la classe

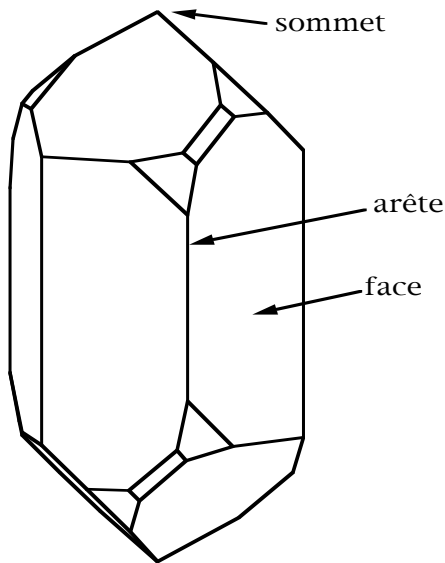
des *carbonates*.

Les principales classes chimiques			
Classe chimique	anion ou "brique anionique"	Exemple	Formule. chimique
Éléments natifs	Une seule sorte d'atome	Diamant	C
Halogénures	Cl ou F	Fluorine	CaF_2
Sulfures	S	Galène	PbS
Oxydes et hydroxydes	O ou [OH]	Hématite	Fe_2O_3
Carbonates	[CO_3]	Calcite	Ca CO_3
Sulfates	[SO_4]	Anhydrite	Ca SO_4
Phosphates et arsénates	[PO_4] et [ASO_4]	Apatite	$\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F,OH})$
Silicates	[SiO_4]	Zircon	Zr SiO_4

Le tétraèdre est le groupe le plus habituel. Les principaux atomes qui se prêtent à ce genre d'association avec quatre sœurs Oxygène sont le Soufre, l'Arsenic, et le Phosphore qui constituent respectivement les classes des *sulfates* (SO_4), des *arsénates* (AsO_4) et des *phosphates* (PO_4). Il y a encore d'autres, mais ils sont moins abondants et il n'est pas utile de les mentionner tous ici.

2 Polyèdre constitué de quatre faces ayant chacune la forme d'un triangle équilatéral.

Comment décrire les minéraux



Les minéraux ne présentent que rarement les belles formes cristallines aux faces brillantes, aux arêtes bien rectilignes et aux sommets acérés, qui font l'admiration des visiteurs des musées. Ce sont le plus souvent des grains informes (surtout lorsqu'ils apparaissent comme éléments constitutifs des roches), des masses mamelonnées, feuilletées, des stalactites, des encroûtements, etc... On réserve donc le nom de cristal à ceux qui montrent une forme cristalline sur laquelle on distingue des *faces*, des *arêtes* et des *sommets*.

Toutefois, même si la plupart des minéraux ne montrent pas de formes cristallines bien développées, ils présentent tout de même un certain nombre de propriétés physiques qui permettent de les décrire.

Les propriétés chimiques, physiques, optiques et cristallographiques ne sont que rarement discernables par les organes des sens et il faut recourir à des instruments de mesure pour les déterminer. L'aspect extérieur des minéraux directement observable à l'œil dépend globalement de l'ensemble de ces propriétés, mais ne permet en aucune manière de les identifier avec sûreté, tant la diversité de l'aspect extérieur d'un même minéral est grande d'un gisement à l'autre.