

Ma première collection de minéraux

Jacques Deferne



Avertissement

Ce petit ouvrage est dédié aux enfants qui, à un moment de leur développement, ont envie de “collectionner des pierres”. J’ai rédigé ce texte comme une sorte de guide pour commencer une collection de minéraux et, surtout, pour apporter quelques explications sur ce qu’est un minéral.

La minéralogie n’est pas une science facile. Elle fait appel à la chimie, à la physique et à la cristallographie. J’ai essayé de simplifier ces notions et de montrer d’une manière ludique le rapport qui existe entre les atomes et les minéraux.

Avec l’aide d’un grand frère ou d’un amateur de minéraux déjà chevronné, le futur collectionneur pourra se familiariser avec ce monde merveilleux qu’est la minéralogie.

A la fin de ce petit ouvrage, l’apprenti collectionneur trouvera la description de la trentaine de minéraux qui constitueront le début de sa collection.

Si la passion pour les minéraux persiste, il pourra consulter avec profit quelques uns des autres textes que propose le site www.kasuku.ch, en particulier «Au coeur des minéraux», «Le Monde étrange des atomes» et «Le Monde fascinant des roches».

Table des matières

<i>Les minéraux sont constitués d’atomes</i>	3
<i>Comment décrire les minéraux</i>	10
<i>Comment se forment les minéraux ?</i>	17
<i>Pourquoi une collection de minéraux ?</i>	22
<i>Description de vos premiers minéraux</i>	26
<i>Glossaire</i>	41

Les minéraux sont constitués d'atomes

Si, comme Gulliver, nous pouvions diminuer de taille jusqu'au point de nous promener librement à l'intérieur d'un minéral, nous verrions un empilement de sphères plus ou moins volumineuses, disposées dans un ordre parfait, les plus petites prenant place entre les plus grosses. Ce sont des atomes. Ils ont des poids, des volumes et des propriétés très différents les uns des autres.

*Par ailleurs, ces atomes sont très divers : pour certains minéraux ce sont des atomes de chlore et de sodium, pour d'autres de soufre et de fer ou, pour d'autres encore, de calcium, de carbone et d'oxygène. Ces combinaisons d'atomes, caractéristiques pour chaque minéral, constituent la **composition chimique**.*



Les atomes sont très divers

Pour plus de détails, consultez, du même auteur, la fiction amusante «Le Monde étrange des Atomes»

Les atomes sont très disciplinés

*À l'intérieur de chaque espèce minérale, les atomes adoptent un arrangement géométrique parfaitement ordonné. Les plus gros s'arrangent de manière à remplir l'espace le mieux possible, les plus petits occupent les **interstices** laissés libres entre les plus gros.*

*Les minéraux sont donc caractérisés par la façon dont les atomes sont arrangés dans leur intimité profonde. Cet arrangement géométrique parfait qui se prolonge indéfiniment dans toutes les directions de l'espace constitue ce que les minéralogistes nomment la **structure cristalline**.*



Oranges sur un marché

C'est un assemblage compact de sphères: chaque orange est entourée de six autres oranges.

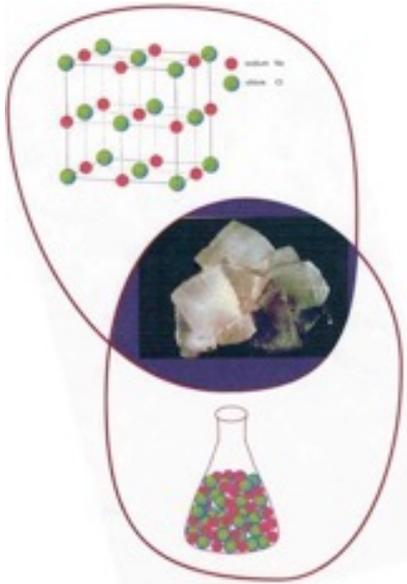
Dans la structure des minéraux, les gros atomes sont arrangés de la même manière que les oranges, les plus petits prenant place dans les interstices laissés libres par les plus gros.

L'espèce minérale

La notion d'espèce minérale n'est pas du tout comparable à celle qui s'applique aux espèces animales ou végétales. Les animaux ou les plantes se reconnaissent à des caractères visibles qui permettent de les décrire avec précision et de les placer au bon endroit dans la classification qui les concerne. Pour les minéraux, la notion d'espèce est basée uniquement sur deux entités qui sont :

- La composition chimique qui nous renseigne sur les différents atomes qui entrent dans la composition du minéral.
- La structure cristalline qui décrit la manière dont les atomes sont disposés à l'intérieur du minéral.

Une espèce minérale est donc parfaitement définie lorsqu'on connaît sa composition chimique et sa structure cristalline. Malheureusement ces deux entités ne sont pas visibles à l'œil nu et nécessitent une analyse chimique pour l'une et la détermination de la structure pour l'autre.



Structure cristalline :

les atomes sont disposés au sommets et au milieu des arêtes d'un cube.

Espèce minérale : halite

Composition chimique : NaCl

Espèce et variété

La définition d'espèce minérale n'est pas rigide et, d'un gisement à l'autre, les individus d'une même espèce peuvent montrer une variabilité qui se marque soit par une différence de forme ou de couleur, soit encore par une composition chimique légèrement différente. Il s'agit alors d'une **variété**. Ainsi l'améthyste est une variété violette de quartz, l'émeraude une variété transparente verte de béryl, le rubis une variété rouge de corindon, l'adulaire une variété d'orthose caractérisée par des formes particulières.



Adulaire, variété d'orthose



Améthyste, variété violette de quartz

Un peu de chimie

La matière est constituée d'atomes qui s'associent entre eux pour former des **composés chimiques**. Il y a environ 90 sortes d'atomes dans la croûte terrestre. On les appelle **éléments chimiques** car ce sont les particules élémentaires¹ qui constituent toute la matière qui nous entoure. Certains sont très abondants, d'autres sont beaucoup plus rares.

Dix éléments composent à eux seuls 99.3 % des atomes de la croûte terrestre. Tous les autres éléments se partagent le 0.7 % restant.

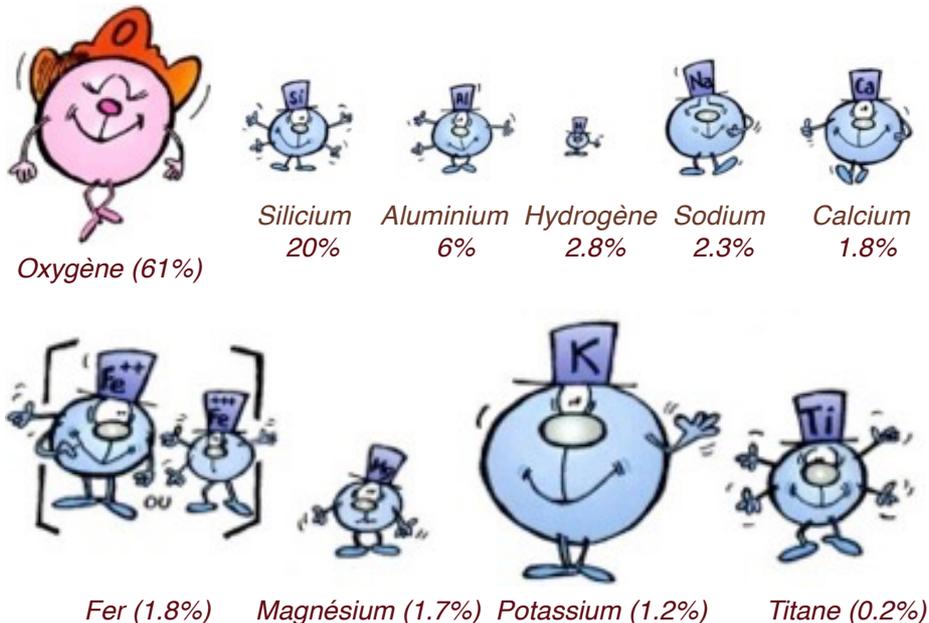
Composition chimique de la croûte continentale, soit environ les 30 premiers kilomètres sous nos pieds, exprimée en pour-cent de nombres d'atomes.

Le carbone, qui nous semble pourtant si abondant par le rôle important qu'il joue dans le monde vivant, ne représente que 0.1 % de la croûte terrestre. Le cuivre qui nous est familier par l'usage que nous en faisons, n'existe en réalité qu'en très faible quantité : deux ou trois atomes sur 100.000.

Composition chimique de la partie superficielle de la croûte terrestre (en nombre d'atomes)

Oxygène	61.5 %
Silicium	20
Aluminium	6
Hydrogène	2.8
Sodium	2.3
Calcium	1.8
Fer	1.8
Magnésium	1.7
Potassium	1.2
Titane	0.2
autres familles	0.7
total :	100

Les atomes les plus abondants dans la croûte terrestre (en % d'atomes)



Les atomes portent tous un nom, mais les chimistes ont l'habitude de les désigner par une abréviation, le symbole, composé d'une ou deux lettres, la première étant une majuscule, la seconde une minuscule. Quelques symboles originaires d'une langue étrangère n'ont pas de relation directe avec le nom français. Ainsi Na et K, les symboles du Sodium et du Potassium, viennent des termes latins Natrium et Kalium.

¹ Ces particules ne sont élémentaires qu'à l'échelle des chimistes. En effet, on sait que les atomes sont constitués de particules plus petites, protons, neutrons, électrons. Les neutrons et les protons sont eux-mêmes constitués de particules encore plus petites, les quarks.



De gauche à droite: Messieurs Sodium, Calcium, Aluminium, Mesdames Oxygène, Fluor et Chlore.

Pour simplifier, nous pouvons imaginer que les atomes sont des petits personnages dont la tête et le tronc sont confondus en un corps unique, approximativement sphérique¹, d'où partent un ou plusieurs bras. Certains sont gros, d'autres petits. Il y a quelques dames habillées en rose. Elles portent un bonnet de dentelle. Mais il y a surtout beaucoup de messieurs qu'on reconnaît à leur habit bleu et à leur haut-de-forme. Le symbole qui les désigne est inscrit sur leur chapeau.

Les atomes forment des unions



M. et Mme Chlorure de Sodium

Dans notre représentation, les bras leur servent à contracter des unions avec des atomes de sexe opposé pour former des groupes plus ou moins complexes dont la multiplication à travers tout l'espace constitue un minéral. En principe tous les bras d'un atome doivent être liés à des bras d'atomes de sexe opposé. Chaque union d'atomes constitue ce que les chimistes appellent un **corps composé** (autrefois on parlait de **molécule**). Ce dernier possède des propriétés nouvelles, différentes de celles de chaque atome pris séparément. Le sel de cuisine est un corps composé, constitué d'atomes de sodium et de chlore en égale quantité.

Plus rarement, certaines familles d'atomes forment des unions exclusives, uniquement entre membres de la même famille. Ce sont alors des **corps simples**. Le métal cuivre est un corps simple, constitué uniquement d'atomes de cuivre.

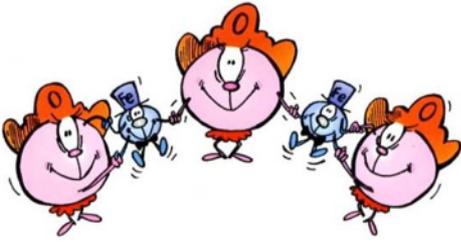
Formule chimique

Elle a pour but de présenter, sous une forme abrégée, les proportions des différents atomes qui entrent dans la composition d'un minéral. On écrit les symboles chimiques des éléments présents dans le minéral, les uns à la suite des autres, chacun étant suivi d'un nombre placé en indice qui en indique la proportion relativement aux autres. L'absence de nombre correspond à 1.

Dans l'exemple du quartz, la formule SiO_2 indique qu'il y a deux fois plus d'atomes d'oxygène que de silicium. De son côté, la formule de l'hématite, Fe_2O_3 , montre que sur cinq atomes, il y a deux atomes de Fer et trois d'Oxygène.

Dans la nature, les atomes sont généralement ionisés. Cela signifie qu'ils sont porteurs d'une ou plusieurs charges électriques. On les appelle cations lorsque ces charges sont positives, anions lorsqu'elles sont négatives. Dans notre représentation imagée, les cations sont les messieurs, les anions les dames. Le nombre de bras correspond au nombre de charges électriques qui caractérise leur état d'ionisation. Dans la formule chimique d'un minéral, le nombre des charges positives des atomes présents doit compenser exactement celui des charges négatives.

¹ Pour plus de détails, consulter des mêmes auteurs *Le Monde étrange des Atomes*.



Le joyeux groupe Fe_2O_3

Dans notre monde imaginaire, tous les bras doivent être unis à d'autres bras d'atomes de sexe opposé ! Ainsi dans l'hématite, Fe_2O_3 , le bilan des charges positives et négatives est le suivant :

- Trois soeurs Oxygène à deux bras : 6 bras féminins
- Deux frères Fer à trois bras : 6 bras masculins

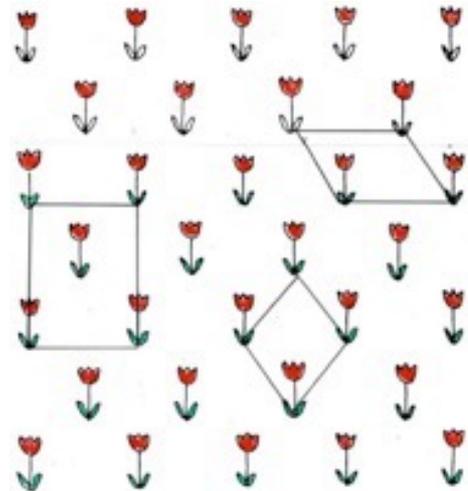
La structure cristalline : comme sur un papier peint

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 parallélépipède 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.



Les sept polyèdres qui définissent les sept systèmes cristallins



Cubique Quadratique Orthorhombique Hexagonal Rhomboédrique Monoclinique Triclinique

Ces sept polyèdres sont, successivement, un cube, un prisme droit à base carrée, un prisme droit à base rectangle, un prisme droit à base hexagonale, un rhomboèdre¹, un prisme oblique incliné dans une seule direction et un prisme oblique incliné dans toutes les directions.

¹ C'est un polyèdre à 6 faces parallèles deux à deux, une sorte de cube déformé.

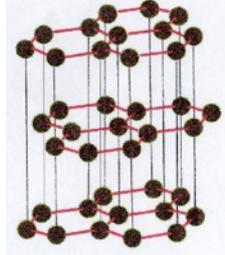
Variations sur la structure et la composition chimique

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.

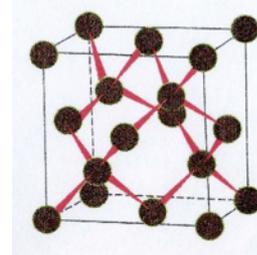
Par exemple, le diamant et le graphite, deux minéraux aux propriétés diamétralement opposées, sont constitués tous deux d'atomes de carbone. Dans le graphite, ces atomes se disposent comme un empilement de treillis hexagonaux alors qu'à l'intérieur du diamant, ils s'assemblent selon une structure qui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



Atomes de carbone



Structure du graphite

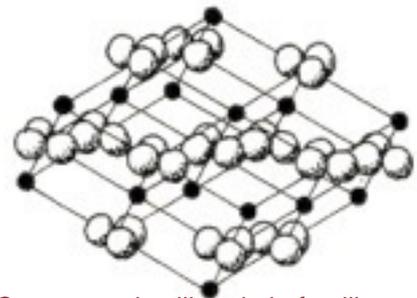


Structure du diamant

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, on voit les groupes CO_3 ainsi que les atomes de calcium (en noir sur le dessin). Ils peuvent être remplacés dans la structure par des atomes de fer, ce qui donne la sidérite. Les minéralogistes parlent alors d'**isomorphisme**.



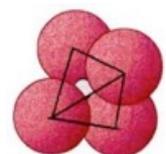
Structure cristalline de la famille des carbonates rhomboédriques

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.

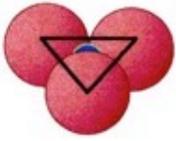
Malheureusement, dans le monde des atomes, le nombre des dames est restreint. Cela limiterait le nombre des classes chimiques si on ne s'était pas aperçu que les sœurs Oxygènes, qui représentent à elles seules 62 % du nombre des atomes dans la croûte terrestre, ont l'habitude de constituer, avec certains 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 , car les quatre atomes d'Oxygène sont situés aux sommets d'un tétraèdre imaginaire.



¹ Polyèdre constitué de quatre faces ayant chacune la forme d'un triangle équilatéral.

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. 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*.



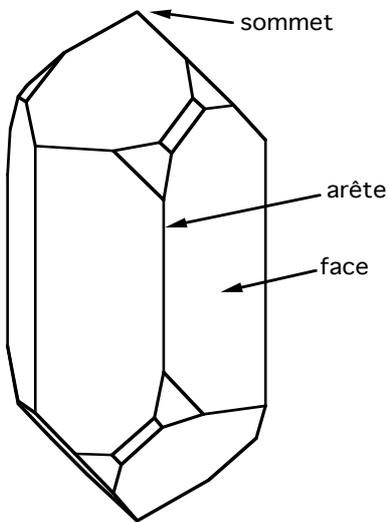
Le groupe CO_3 est lui aussi très connu: il est constitué de trois sœurs Oxygène qui enserrant le petit Carbone. Le bilan des bras est le suivant : six bras féminins des sœurs Oxygène et 4 bras masculins du petit Carbone. Les deux bras disponibles sont prêts à accueillir un monsieur à deux bras, Monsieur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

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 *arséniates* (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.

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 arséniates	[PO_4] et [ASO_4]	Apatite	$\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3 (\text{F},\text{OH})$
Silicates	[SiO_4]	Zircon	Zr SiO_4

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**.

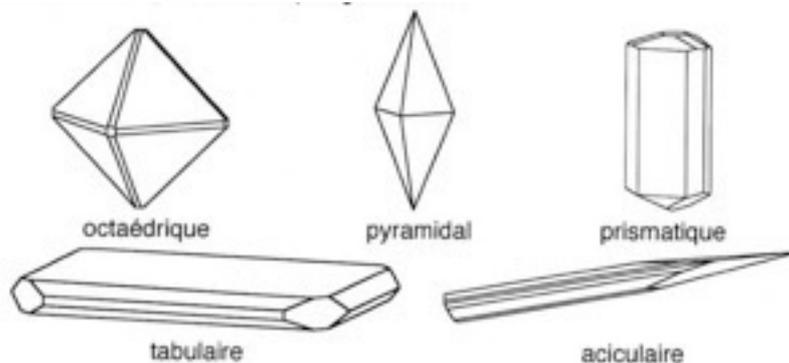
Toutefois, même si la plupart des minéraux ne montrent pas de formes cristallines bien développées, ils présentent tout de même un certain nombre de propriétés physiques qui permettent de les décrire.

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.

L'habitus

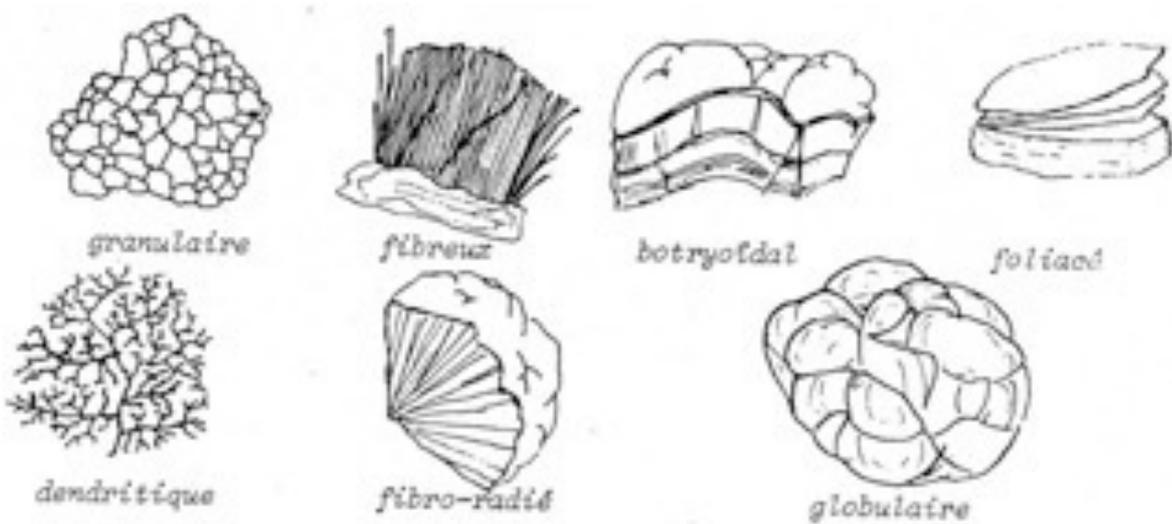
C'est le terme qu'utilisent les minéralogistes pour décrire l'aspect extérieur d'un minéral. Pour définir l'habitus d'un minéral, on utilise divers qualificatifs qui décrivent sa forme cristalline, en précisant si elle est aplatie ou allongée. Ces adjectifs peuvent être **cubique**, **octaédrique**, **pyramidal**, ou encore, **isométrique**¹, **tabulaire**, **allongé**, **prismatique**, **aciculaire** (en aiguille), etc...

Quelques habitus courants



Lorsque les minéraux sont groupés autrement qu'en cristaux individualisés on leur attribue des qualificatifs évocateurs : **massif**, **granulaire**, **fibreux**, **fibro-radié**, **foliacé**, **dendritique**, **stalactitique**, **globulaire**...

¹ Dont les dimensions sont les mêmes dans toutes les directions.

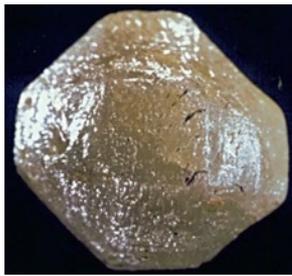


Les faces ne sont que rarement parfaites

Les faces des cristaux ne sont pas toujours parfaitement planes et brillantes. Elles peuvent être mates, rugueuses, striées. Elles peuvent même présenter une apparence courbe due à une croissance des faces dite "en gradins".



Quartz, faces parfaites



Diamant, faces rugueuses

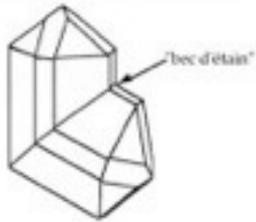


Dolomite, faces "courbes"

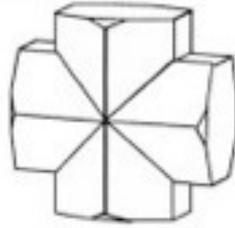
Comme des frères siamois les cristaux peuvent être maclés

Le plus souvent, les cristaux d'une même espèce cristalline s'agencent entre eux d'une manière quelconque. Parfois cependant, on observe des cristaux qui font penser à des "frères siamois": deux par deux, ils sont soudés l'un à l'autre avec une orientation mutuelle qui est toujours la même. On parle de cristaux maclés. On décrit les macles sous des noms évocateurs, macle en fer de lance, en genou, en croix, ou sous des noms qui rappellent le gisement où elles ont été décrites pour la première fois, macle du Japon, macle de Carlsbad, etc...

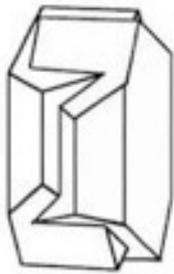
Il est aussi rare de rencontrer un groupe maclé complet. Par contre, on trouve souvent des fragments de cristaux qui montrent un angle rentrant, seul témoin évident de la présence d'une macle. La cassitérite, SnO_2 , se prête particulièrement bien à l'observation de ce phénomène : les minéralogistes parlent du "bec d'étain" de la cassitérite.



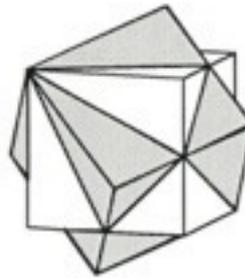
Macle de la cassitérite



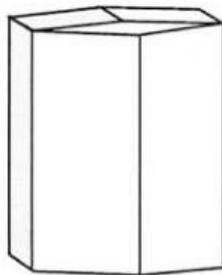
Macle en croix de la staurotide



Macle de Calsbad de l'orthose

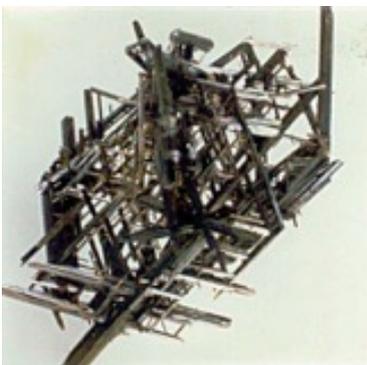


Fluorine, macle par interpénétration



Dans le cas de l'aragonite, on voit parfois l'association de trois prismes à base losange constituer un pseudo prisme hexagonal.

aragonite: macle réunissant trois individus



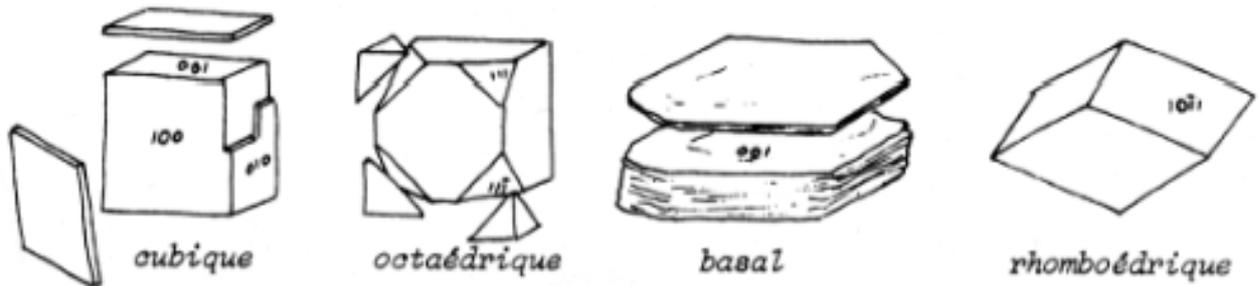
*Les macles concernent parfois plus de deux individus. Dans certains cas, on observe même un réseau de nombreux individus orientés les uns par rapport aux autres selon une loi géométrique bien précise. Le rutile, TiO_2 , en est l'exemple le plus frappant: il forme alors un réseau serré d'aiguilles entrelacées, orientées à 120° les unes des l'autres. C'est Horace-Bénédict de Saussure qui a décrit le premier cette association. Il l'a baptisée **sagénite**, du latin **sagena**, qui signifie la grille.*

Aiguilles de rutile maclées (sagénite)

Le clivage reflète les zones de faiblesse dans la structure

De nombreux minéraux présentent la propriété de se débiter selon des surfaces planes lorsqu'on exerce sur eux un effort mécanique. Ce phénomène est particulièrement marqué pour les cristaux de calcite qui se débitent en *rhomboédres* et pour les micas qui se débitent en feuillets. Ce sont des plans de clivage qui correspondent, au niveau de la structure, à des directions de liaison faible entre les atomes.

On parle de *clivage basal* s'il coïncide à la base d'un prisme ou d'une pyramide, de *clivage octaédrique* si les plans de rupture sont parallèles aux faces de l'octaèdre. Un clivage est dit facile ou difficile selon le degré de l'effort mécanique qu'il a fallu exercer pour l'obtenir.



Exemples de clivage

On parle aussi de *clivage parfait* si la surface obtenue est bien lisse et réfléchissante comme un miroir. Il est dit *imparfait* lorsque le plan obtenu ne réfléchit qu'imparfaitement un signal lumineux.

La transparence

On distingue les minéraux transparents de ceux qui sont opaques. Les premiers se laissent traverser par la lumière alors que les seconds l'arrêtent plus ou moins complètement. La limite n'est pas franche : la notion de transparence est subjective et dépend beaucoup de la puissance des moyens d'investigation utilisés. La plupart des minéraux constitutifs des roches sont transparents, vus en section mince (0.03 mm), sous le microscope, alors qu'ils semblent opaques à l'oeil nu. On dit encore qu'un minéral est translucide lorsqu'il laisse passer la lumière d'une manière diffuse sans qu'on puisse reconnaître une image qui serait de l'autre côté.

La couleur est souvent trompeuse

La couleur est un des caractères le plus souvent utilisés dans la description des minéraux. Il faut toutefois être très prudent dans l'utilisation de ce critère car, si quelques minéraux ont une couleur constante, de nombreux autres peuvent prendre des colorations très différentes d'un gisement à l'autre. Il suffit d'impureté en très faible quantité pour colorer un minéral habituellement incolore. Le corindon, normalement incolore, devient rouge (rubis) lorsqu'il renferme des traces d'oxyde de chrome ou bleu (saphir) lorsque ces traces sont de l'oxyde de fer et de titane. Le quartz fumé doit sa coloration à un dérangement de sa structure provoqué par la radioactivité naturelle des roches voisines. Il devient irréversiblement incolore si on le chauffe. On peut aussi "fumer" artificiellement un quartz incolore en le soumettant à une irradiation artificielle.

La couleur du "trait" est plus fidèle

Le degré de division d'un minéral en petites particules joue un rôle important sur l'apparence de sa couleur et si on le divise finement - en le réduisant en poudre par exemple -, sa couleur s'éclaircit.

L'hématite, qui paraît gris-noir, donne une couleur rouge brunâtre lorsqu'elle est réduite en poudre. Pour observer cette coloration il suffit de frotter le minéral sur une surface rugueuse dure. On utilise généralement une plaquette de porcelaine non vernissée sur laquelle le minéral laisse un trait coloré. **La couleur du trait** figure en bonne place dans les descriptions de minéraux.



Le couleur du trait

L'éclat

L'éclat exprime la qualité de la réflexion de la lumière par le minéral. C'est une appréciation un peu subjective qui dépend directement du pouvoir réflecteur et du degré de transparence du minéral. L'indice de réfraction, associé aux diverses propriétés d'opacité et d'absorption, est donc responsable de l'éclat d'un minéral, c'est-à-dire son aspect plus ou moins brillant, chatoyant ou terne.

L'éclat **gras** ou **vitreux** correspond à un pouvoir réflecteur faible (quartz, fluorine, tourmaline), l'éclat **adamantin**¹ caractérise les minéraux transparents à fort pouvoir réflecteur (cassitérite, diamant, soufre). Le pouvoir réflecteur des minéraux opaques dépend d'une part de leur indice de réfraction mais d'autre part aussi d'un coefficient d'absorption. L'éclat est plus ou moins métallique suivant l'importance du pouvoir réflecteur. L'éclat des minéraux est résumé dans le tableau suivant :

Minéraux transparents		Minéraux opaques	
éclat	indice réfr.	éclat	Pouv. réflect.
gras	1.3 à 1.5	submétallique	8 à 20 %
vitreux	1.5 à 1.8	métallique	20 à 50 %
subadamantin	1.8 à 2.2	supermétallique	> 50 %
adamantin	>2.2		

La nature de la surface du minéral ou la présence d'inclusions microscopiques peut modifier l'éclat, et il existe toute une série de qualificatifs qui caractérisent ces aspects : résineux, laiteux, terreux, soyeux, terne, etc.

Le poids spécifique et densité

Le **poids spécifique** d'une substance est le poids d'une unité de volume. On l'exprime en grammes par centimètre cube. Quant à la **densité** d'un minéral, c'est le rapport de son poids spécifique à celui de l'eau. Les deux valeurs sont les mêmes, à ceci près que la densité est exprimée par un nombre sans unité.

Le poids spécifique d'un minéral dépend directement de sa composition chimique et de sa structure. Il correspond au poids de tous les atomes contenus dans la maille élémentaire, divisé par le volume de celle-ci. Ainsi, les minéraux renfermant du baryum, de l'étain ou du plomb ont un

¹ adamantin : qui a l'aspect du diamant

pois spécifique élevé alors que ceux qui renferment du sodium de l'aluminium ou du béryllium ont un poids spécifique plutôt faible.

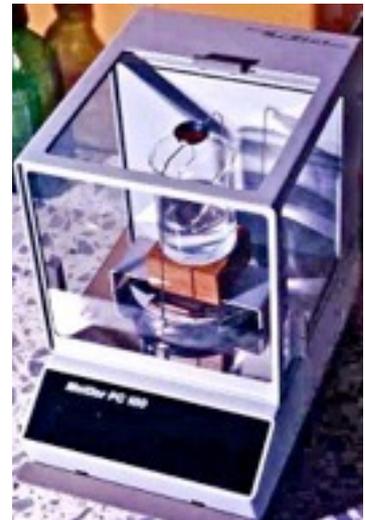
Poids spécifique de quelques minéraux		
Minéral	Comp. chim,	P.Sp. [g/cm ³]
galène	PbS	7.5
cassitérite	SnO ₂	6.9
barytine	BaSO ₄	4.5
Diaspore	AlO(OH)	3.5
béryl	Be ₃ Al ₂ Si ₆ O ₁₈	2.7
halite	NaCl	2.2

Le poids spécifique dépend aussi de la structure. Dans la structure du diamant, qui se forme à très haute pression, les atomes de carbone sont plus serrés que dans celle du graphite qui, lui, cristallise à basse pression. Le poids spécifique du diamant est de 3.5 gr/cm³, alors que celui du graphite n'est que de 2,2 gr/cm³.

Comment mesure-t-on le poids spécifique ?

Le principe de la mesure du poids spécifique est simple: on divise le poids du minéral par son volume. Le volume s'obtient par une double pesée du minéral, une première fois dans l'air, puis ensuite dans l'eau, la différence des deux pesées correspond au poids du volume d'eau déplacé.

En pratique, avec une certaine expérience, on peut estimer la densité d'un minéral en le soulevant avec la main. On peut se rendre compte si le minéral a une densité conforme, inférieure ou supérieure à la moyenne de celle des roches qui nous entourent.



La dureté reflète la cohésion de la structure

La dureté reflète la résistance opposée par la structure cristalline à un effort mécanique. Pratiquement c'est la résistance à la rayure. Un minéral est dit plus dur qu'un autre minéral lorsqu'il raye ce dernier. La mesure de la dureté est empirique et se fait par comparaison avec 10 minéraux de référence qui constituent l'échelle de dureté dite de Mohs. La mesure de la dureté est facile. Quand on dit que la pyrite a une dureté de 6.5, c'est qu'elle est rayée par le quartz mais raye l'apatite.

Echelle de dureté de Mohs.	
1 talc	6 apatite
2 gypse	7 quartz
3 calcite	8 topaze
4 fluorine	9 corindon
5 orthose	10 diamant

Le curieux cas du disthène



Disthène, Pizzo-Forno, Suisse

Pour certains minéraux, la dureté peut varier suivant la direction dans laquelle on la mesure. Un cas extrême est celui du disthène. Ce minéral forme des cristaux tabulaires allongés. La dureté mesurée sur la face aplatie est de 4.5 dans le sens de l'allongement, et de 7 dans la direction perpendiculaire à celui-ci.

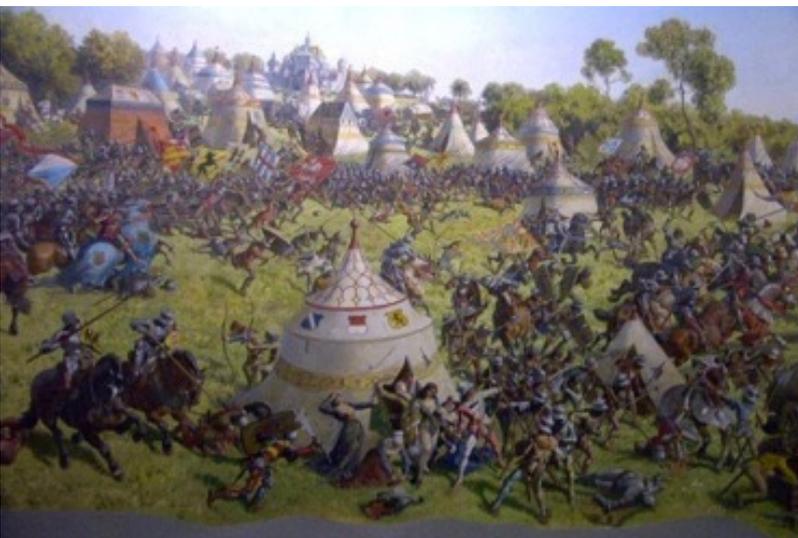


Petite boîte de test comprenant les minéraux de dureté de 2 à 9, une plaquette de porcelaine pour l'essai du trait, une lamelle de verre qui permet de tester si la dureté d'un minéral est supérieure ou inférieure à 6.5 (dureté du verre), un étui comportant des tiges de test de dureté et un petit chalumeau pour tester la fusibilité. On peut facilement la construire soi-même.



Tiges avec minéral test serti à chaque extrémité

Attention, dureté ne rime pas avec solidité !

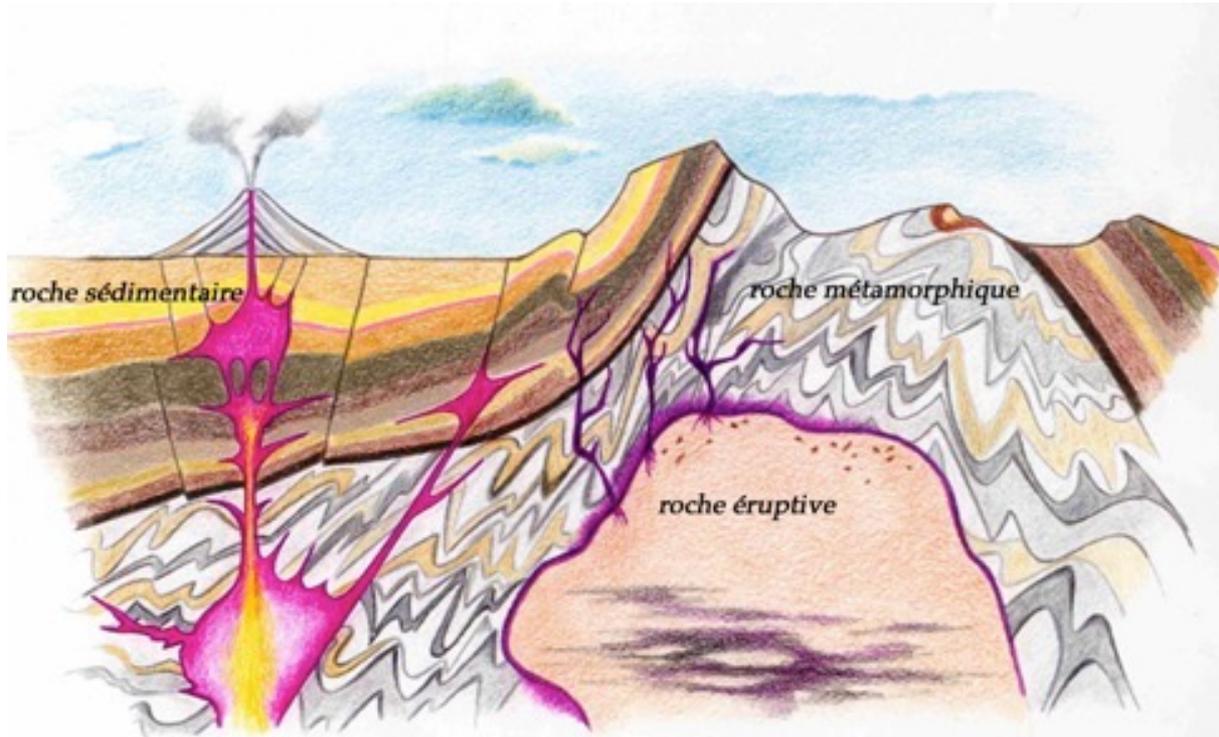


La résistance au choc n'a rien à voir avec la résistance à un effort mécanique. Ainsi le diamant, le minéral connu comme étant le plus dur, se casse sous le coup d'un marteau. La légende dit que les diamants du trésor des Bourguignons, saisis après la bataille de Morat, en 1476, par les soldats suisses ont été systématiquement cassés car ils ne connaissaient pas cette différence !

Comment se forment les minéraux ?

Les minéraux qu'on rencontre dans la nature ne se sont pas formés n'importe où, ni n'importe comment. Les amateurs de minéraux à la recherche de fissures susceptibles de receler des cristaux savent très bien qu'il vaut mieux explorer des régions constituées de roches granitiques ou métamorphiques plutôt que celles faites de roches sédimentaires.

En effet, les conditions favorables à la formation des minéraux dépendent des divers processus géologiques qui, au cours des temps, modifient l'aspect de la partie superficielle de notre planète.



Coupe schématique imaginaire de la croûte terrestre

On reconnaît sur ce schéma un massif de roches éruptives (un batholite) entouré d'une mince zone de métamorphisme de contact. Des filons hydrothermaux s'en échappent vers le haut. Ce massif est inclus dans une masse de roches métamorphiques. Le tout est surmonté d'une couverture de roches sédimentaires. Un appareil volcanique traverse le tout.

Dans les roches éruptives

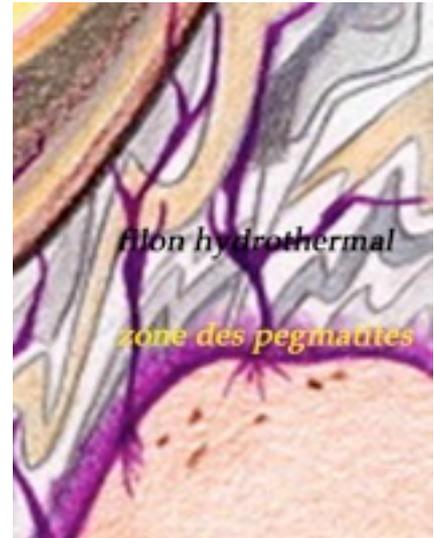
Les masses magmatiques qui se refroidissent lentement en profondeur donnent naissance aux roches éruptives. Elles sont constituées de minéraux silicatés parmi lesquels on trouve principalement les feldspaths, le quartz, les micas, les amphiboles et les pyroxènes. La roche éruptive la plus répandue est le granite. La cristallisation simultanée de la plus grande partie des minéraux confère à la roche un aspect granulaire. Il est donc rare de rencontrer dans ces roches des minéraux aux formes bien développées, à l'exception des premiers cristallisés qui, dans un magma encore liquide, n'ont pas été perturbés dans leur croissance par l'obstacle d'autres minéraux déjà solidifiés.



Granite

Dans les pegmatites

Vers la fin du processus de cristallisation du magma, les composés les plus volatils se condensent dans les parties marginales du massif magmatique sous forme de liquides résiduels silicatés riches en bore, fluor, phosphore, lithium et autres éléments chimiques peu fréquents. En se refroidissant lentement à des pressions élevées, ces composés donnent naissance à une roche parente du granite qu'on nomme pegmatite. Cette roche forme des filons ou des poches lenticulaires dans les parties marginales des granites. Les minéraux des pegmatites sont caractérisés par un certain gigantisme. Leurs dimensions peuvent dépasser plusieurs décimètres, voire plusieurs mètres et montrent presque toujours des formes cristallines bien développées. Parmi les minéraux les plus caractéristiques qu'on y trouve, citons le quartz, l'orthose, les micas, le béryl, la tourmaline, la topaze et la cassitérite.



*Bloc de pegmatite, Brésil
(longueur : env. 1 mètre, Muséum de Genève)*

Dans les filons hydrothermaux

Après la formation des pegmatites, les liquides restants - qui renferment encore de nombreux éléments dissous s'accumulent sous forme de **solutions hydrothermales**. Ce sont des solutions aqueuses très chaudes (plusieurs centaines de degrés) qui, sous l'effet d'une pression élevée, s'infiltrèrent dans les fractures des roches encaissantes.



*Filon hydrothermal avec blende,
galène, chalcopryrite et quartz*

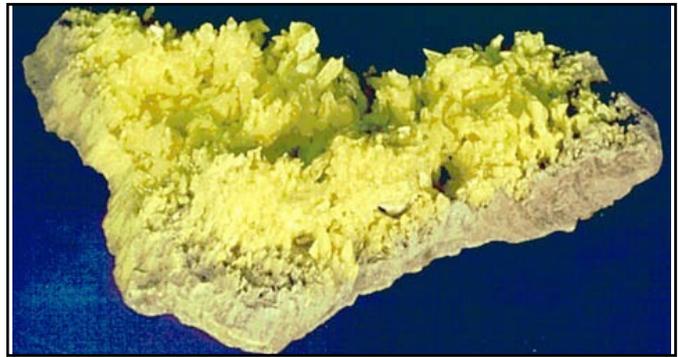
Leur pression et leur température diminuent au fur et à mesure qu'elles se rapprochent de la surface de la croûte terrestre. Elles déposent sur les parois des fissures une succession de minéraux qui constituent les **filons hydrothermaux**. La température de formation des minéraux décroît donc au fur et à mesure qu'on s'éloigne du massif magmatique originel.

Les minéralogistes distinguent encore les minéraux qui se sont formés à haute température de ceux qui ont été déposés par les solutions de moyenne ou de basse température. Les minéraux les plus typiques qu'on y rencontre sont le quartz, la calcite, la sidérite, la fluorine, la barytine, la blende, la pyrite, la galène, la chalcopryrite, l'arsénopyrite, l'hématite, l'arsenic, le cinabre.

Autour des volcans

Les roches volcaniques sont des magmas qui, au lieu de cristalliser très lentement en profondeur, ont atteint la surface de la croûte terrestre. Les éléments volatils, en s'échappant brutalement, sont responsables de l'activité explosive du volcan. Une fois dégazées, les laves s'écoulent plus tranquillement et se solidifient plus ou moins rapidement. Les minéraux des laves sont toujours mal formés, rarement visibles à l'oeil nu. Les **basaltes** sont les roches volcaniques les plus répandues.

À proximité des exhalaisons gazeuses qui s'échappent des fissures des volcans (les fumerolles), on trouve toute une série de minéraux qui se sont formés par sublimation (passage direct de l'état gazeux à l'état solide). Beaucoup de ces minéraux sont délicats, fragiles, souvent facilement solubles dans l'eau. Le plus typique d'entre eux est le soufre natif.



Soufre de fumeroles volcaniques, Vulcano, Italie

Dans les géodes



Les gaz qui accompagnent les coulées de lave restent parfois prisonniers de la roche. Ils forment alors des cavités plus ou moins sphériques sur les parois desquelles l'eau qui circule dans la roche peut déposer, à la longue, des beaux cristaux de quartz, d'améthyste, de calcite ou des zéolites. Ce sont les belles géodes qui font l'admiration des amateurs de minéraux.

Géode tapissée d'améthyste, Brésil

Près de la surface

L'eau de pluie qui s'infiltré dans les roches superficielles renferme de l'oxygène, de l'acide carbonique et d'autres substances, qui lui confèrent un pouvoir oxydant et dissolvant important. Au-dessus du niveau hydrostatique (limite du niveau de l'eau dans un puits), l'eau circule rapidement, dissout les minéraux les plus solubles, laissant intacts les minéraux chimiquement stables. Des réactions chimiques complexes contribuent à la formation de nouvelles espèces minérales fortement enrichies en oxygène. D'où cette appellation : zone d'oxydation. C'est dans cette zone qu'on trouve la malachite, l'azurite, la vanadinite, la wulfénite, la manganite, la rhodochrosite etc...



Malachite, Rép. du Congo



Rhodochrosite, Argentine



Vanadinite, Maroc



En pays calcaire, l'eau s'infiltré dans les roches, élargit les fissures, crée des réseaux de rivières souterraines et de grottes, et y dépose stalactites, stalagmites, ainsi que diverses efflorescences de calcite ou d'aragonite.

Stalactites dans une grotte

Les évaporites

En pays chaud, les bassins fermés - mers, lacs - soumis à une évaporation intense, voient leur concentration saline augmenter puis, après saturation, des minéraux se déposent sur leurs fonds.

Le minéral le plus connu par l'usage quotidien que nous en faisons est le chlorure de sodium que les minéralogistes appellent halite (utilisé en qualité de sel de cuisine). Parmi les minéraux qui se forment de cette manière citons la sylvine, le gypse, plus rarement des borates.



Halite, NaCl



Gypse, CaSO₄ San Antonio, Mexique



*Dépôt de sel sur le Lac Assal, Djibouti.
La salinité atteint 350 gr de sel par litre.*

Dans les roches sédimentaires

Divers minéraux peuvent se former dans les roches sédimentaires par des mécanismes chimiques ou biologiques complexes. On peut trouver dans ces conditions la pyrite, la marcassite, l'hématite, la calcédoine et le soufre natif.

Soufre natif, Sicile



Dans les roches métamorphiques

*Lorsqu'une roche est soumise à une augmentation de pression et de température, au contact d'une intrusion magmatique ou à la suite d'un enfouissement profond sous d'autres roches, elle subit une métamorphose - que les géologues appellent **métamorphisme** - qui fait apparaître un nouvel assemblage minéralogique au détriment de celui qui existait auparavant. On pourrait comparer sommairement ce mécanisme à la cuisson d'un biscuit : l'aspect de la pâte n'est plus le même après la cuisson qu'avant son entrée dans le four! Les roches métamorphiques les plus courantes sont les gneiss, les schistes. Parmi les minéraux les plus typiques, citons le talc, l'épidote, l'actinote, les grenats, le disthène, le staurotide.*



*Disthène et staurotide,
Pizzo Forno, Suisse*



Schiste à grenats, Tyrol

Pourquoi une collection de minéraux ?

Commencer une collection de minéraux n'est pas un acte anodin. Le collectionneur en herbe doit être au clair avec lui-même et savoir pourquoi il désire constituer une collection de minéraux et quel caractère il entend donner à sa collection.

On peut collectionner :

- de grandes et belles pièces décoratives pour orner le salon,
- le plus grand nombre possible d'espèces minérales,
- des échantillons bien représentatifs du règne minéral,
- les minéraux ramassés soi-même au cours d'excursion,
- tous les minéraux d'une mine voisine,
- des pierres semi-précieuses ou des cabochons.
- des très petits minéraux observables avec une loupe binoculaire

Il faut donc prendre une décision de principe et essayer de s'y tenir. Le plus raisonnable, à mon sens, est de réunir les minéraux les plus représentatifs du règne minéral, dont les formes, les associations, la présence éventuelle de macles et la grande diversité d'aspect en feront des exemples utiles pour bien comprendre les fondements de la minéralogie. Cette première collection vous permettra de vous familiariser avec les propriétés décrites plus haut et de mieux comprendre ensuite le vocabulaire employé par les minéralogistes.

La taille des échantillons



Il faut savoir aussi être raisonnable dans la taille des échantillons qu'on acquiert. Il faut choisir des minéraux assez petits, pour que leur achat ne soit pas ruineux, mais suffisamment gros tout de même, pour que leurs caractères extérieurs soient aisément discernables à l'oeil nu. Par exemple, on peut adopter une règle qui veut que les plus gros échantillons puissent prendre place aisément dans des cuvettes en carton de 7 x 10 cm, les plus petits dans des cuvettes de 5 x 7 cm.

Boîte pour échantillon (env. 10 x 10 cm)

Une alternative intéressante : les "micromontages"¹

La passion pour les minéraux peut rapidement devenir coûteuse. Le prix des minéraux augmente avec leur taille. Une solution intéressante est de restreindre son choix à des minéraux de très petite taille et de les observer avec une loupe binoculaire. C'est ce que les anglo-saxons appellent des "micromounts". Cette solution présente plusieurs avantages :

- Plus les minéraux sont petits, plus leurs formes sont parfaites.
- L'acquisition d'échantillon est beaucoup moins onéreuse.
- Le rangement de la collection est beaucoup plus simple.

¹ Consulter le site de l'Association française des micromonteurs: www.micromonteurs.fr



Loupe binoculaire



Observation sous un binoculaire



Petites boîtes de micromontage



Minéral dans sa boîte

Où trouver des minéraux ?

C'est avant tout dans les mines qu'on trouve les plus beaux minéraux. Les collectionneurs n'y ont presque jamais accès et ce sont les mineurs qui récoltent les beaux échantillons. En échange de la rudesse de leur travail, il existe souvent un accord tacite avec la direction de la mine qui leur permet de garder pour eux quelques-uns des minéraux qu'ils trouvent. Dans certaines régions, quelques mineurs exploitent pour leur compte des zones qui peuvent receler des minéraux. C'est auprès de ces mineurs que les marchands achètent les minéraux qui aboutiront ensuite sur les comptoirs des bourses aux minéraux.

Où se procurer des minéraux ?

Le plus facile est de se rendre dans les bourses aux minéraux. Elles sont généralement organisées en fin de semaine, une fois par an, par la société locale d'amateurs de minéraux. On trouve le calendrier des bourses européennes dans la plupart des revues de minéralogie ou sur internet.

On peut aussi devenir membre d'un club d'amateurs de minéraux et participer aux excursions qu'il organise sur des gisements connus. Malheureusement la plupart des sites connus ont été déjà longuement fouillés et les trouvailles intéressantes restent rares.

Comment les choisir ?

On peut trouver des minéraux tout à fait isolés ou, au contraire, associés à d'autres minéraux avec lesquels ils se sont formés. Il vaut mieux acquérir ceux qui sont liés à leur **gangue**, car celle-ci fait partie de l'histoire du minéral et elle est représentative de l'environnement géologique dans lequel les minéraux se sont développés.



Esthétiquement, il faut qu'il y ait un équilibre entre la taille du minéral et les dimensions de la roche sur laquelle il est fixé. On peut décider arbitrairement que la taille du minéral ne soit pas inférieure au cinquième de celle de l'échantillon complet.

Cristaux de leucite sur sa gangue, du basalte

La provenance est importante

Il faut aussi impérativement que le vendeur indique avec précision la localité où l'échantillon a été trouvé : **un échantillon sans provenance perd une grande partie de son intérêt !**

Étiquettes et catalogue

Pour éviter toute confusion ultérieure, il faut attribuer un numéro d'identification à vos nouveaux échantillons. Le plus simple est de les numéroter dans l'ordre chronologique de vos acquisitions. Ce numéro doit figurer, non seulement sur l'étiquette qui l'accompagne, mais aussi, et cela est très important, sur l'échantillon lui-même. Les petites étiquettes qu'on colle sur l'arrière de l'échantillon finissent toujours par se décoller. Le mieux est de déposer un petit rectangle (5 × 8 mm, environ) de peinture blanche acrylique au dos ou sous la base de votre nouvel échantillon et d'y inscrire le numéro d'identification à l'encre indélébile (encre de chine, par exemple). Il faut aussi inscrire sur un cahier, en regard du numéro, le nom, la provenance, la date d'acquisition, éventuellement le nom du vendeur et le prix. Il faut vous imposer cette discipline qui confèrera à votre collection une bonne partie de sa valeur.



Vos premiers minéraux

Rendez vous dans une bourse aux minéraux, accompagné la première fois d'un ami connaisseur qui puisse vous conseiller et vous conduire sûrement vers les marchands dont les prix sont raisonnables en regard de la qualité des objets qu'ils offrent.

Les minéraux qui constitueront le début de votre collection sont faciles à trouver et ne sont pas très coûteux. Choisissez les soigneusement de telle manière qu'ils soient de bons exemples



Bourse aux minéraux, Genève, octobre 2006

des descriptions qui vont suivre. Il est probable que vous achèterez parfois plusieurs exemplaires d'un même minéral, tant son aspect extérieur peut varier d'un gisement à l'autre. Ainsi vous pourrez trouver de la pyrite montrant les formes du cube, de l'octaèdre, du dodécaèdre et même de la pyrite massive, sans forme extérieure. De même, votre collection peut comprendre de la fluorine verte, bleue, jaune, en cubes, en octaèdres ou encore sous une forme massive. C'est là un des secrets fascinants de la nature de pouvoir nous étonner, même lorsqu'on croit avoir vu toutes les formes d'une même espèce minérale !

La liste des minéraux qui sont décrits plus loin a été établie avec le souci de permettre à des amateurs débutants de constituer une collection déjà bien complète des minéraux les plus fréquents. Ils sont les représentants de la plupart des classes chimiques du monde minéral. Voici la liste que nous proposons :

<i>Classe</i>	<i>minéral</i>	<i>Classe</i>	<i>minéral</i>	<i>Classe</i>	<i>minéral</i>
<i>Éléments</i>	<i>cuivre</i>	<i>Carbonates</i>	<i>malachite</i>	<i>Silicates</i>	<i>staurotide</i>
	<i>soufre</i>	<i>Oxydes</i>	<i>quartz</i>		<i>épidote</i>
<i>Halogénures</i>	<i>halite</i>		<i>cassitérite</i>		<i>béryl</i>
	<i>fluorine</i>		<i>hématite</i>		<i>tourmaline</i>
<i>Sulfures</i>	<i>pyrite</i>		<i>corindon</i>		<i>muscovite</i>
	<i>galène</i>	<i>Sulfates</i>	<i>gypse</i>		<i>talc</i>
	<i>blende</i>		<i>barytine</i>		<i>biotite</i>
	<i>chalcopyrite</i>	<i>Phosphates</i>	<i>apatite</i>		<i>orthose</i>
<i>stibine</i>	<i>Silicates</i>	<i>disthène</i>	<i>albite</i>		
<i>Carbonates</i>		<i>calcite</i>	<i>grenats</i>		
		<i>aragonite</i>	<i>topaze</i>		

Ensuite, si la passion vous anime toujours, vous augmenterez cette collection au fur et à mesure que vos connaissances en minéralogie se perfectionneront. Vous trouverez une liste plus complète dans le texte «*Au coeur des minéraux*» sur le site www.kasuku.ch

Classe des éléments natifs



Cuivre natif, Cu

Classe des éléments natifs

Système cubique

Poids spécifique 8.9

Dureté 2.5 à 3

Optique opaque

<i>Formes naturelles</i>	<i>Masses informes arborescentes ou dendritiques, très rares cristaux (cubes ou octaèdres).</i>
<i>Propriétés physiques</i>	<i>Malléable, opaque, rouge-orange à brun, éclat métallique, souvent terni par l'altération, trait rouge-brun.</i>
<i>Gisements</i>	<i>Dans la zone d'enrichissement des gîtes de cuivre, plus rarement dans les cavités de certains basaltes.</i>



¹ Soufre natif, S

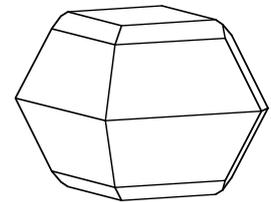
Classe des éléments natifs

Système orthorhombique

Poids spécifique 2.1

Dureté 1.5 à 2.5

Indice de réfr. 2.04



<i>Formes naturelles</i>	<i>Cristaux trapus avec développement de pyramides, masses informes, encroûtements.</i>
<i>Propriétés physiques</i>	<i>Transparent à translucide, jaune clair, orangé à brunâtre, éclat résineux à adamantin. Fond facilement au chalumeau, rayable à l'ongle.</i>
<i>Gisements</i>	<i>Dans certaines roches sédimentaires.</i>

¹ il existe une forme monoclinique beaucoup plus rare, le soufre β , qui se forme par sublimation autour des fumerolles d'origine volcanique.

Classe des halogénures



Halite, NaCl

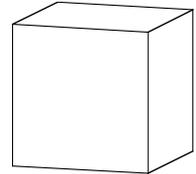
Classe des halogénures

Système cubique

Poids spécif. 2.16

Dureté 2,5

Indice de réfr. 1.54



Formes naturelles

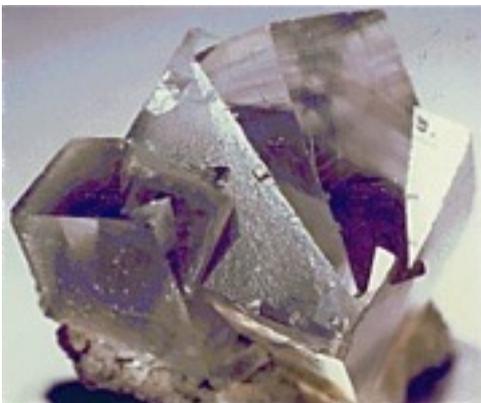
Cubes fréquents avec parfois des faces en gradins, masses informes, filons compacts.

Propriétés physiques

Transparent à translucide, habituellement incolore, parfois teinté en bleu ou en rouge, éclat vitreux, très terne. Soluble dans l'eau, saveur salée.

Gisements

Dans les roches sédimentaires issues d'anciens bassins lagunaires riches en sels et dans les lacs salés en voie d'évaporation.



Fluorine CaF₂

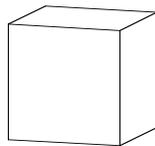
Classe des halogénures

Système cubique

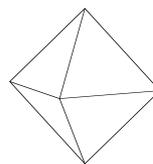
Poids spécifique 3.18

Dureté 4

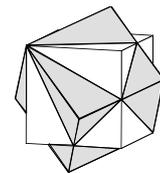
Indice de réfraction 1.43



cube



octaèdre



macle par interpénétration

Formes naturelles

Cube fréquent, octaèdre plus rare, cubo-octaèdre, en masses compactes dans les filons, macle par interpénétration.

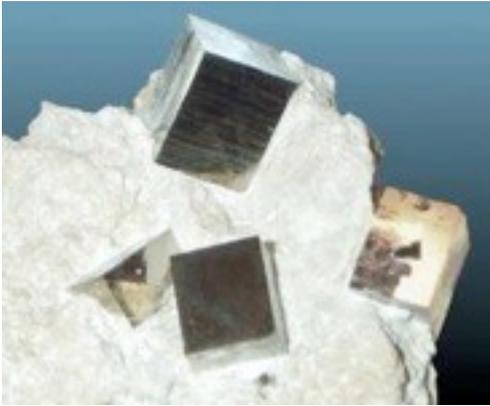
Propriétés physiques

Transparent à translucide, incolore à fortement coloré en rouge, rose, jaune, bleu, vert, violet à noir, éclat vitreux. Clivage octaédrique facile, bien visible sur les sommets des cubes.

Gisements

Dans les filons hydrothermaux, les cavités des roches sédimentaires par action de solutions hydrothermales.

Classe des sulfures



Pyrite, FeS_2

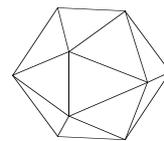
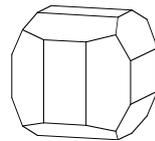
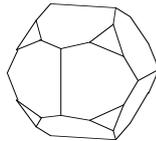
Classe des sulfures

Système cubique

Poids spécifique 5.02

Dureté 6 à 6.5

Optique opaque



Combinaisons du dodécaèdre pentagonal et de l'octaèdre avec divers développements des faces.

Formes naturelles

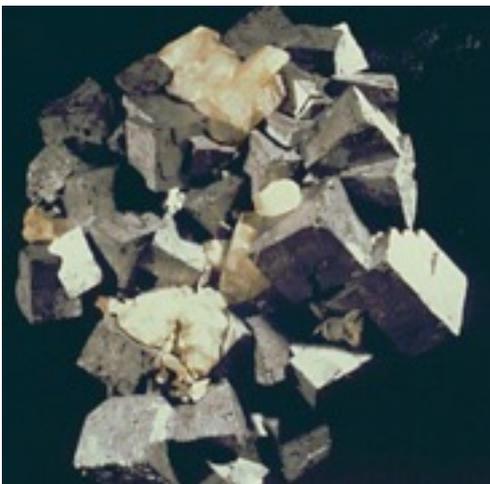
Cube, octaèdre, dodécaèdre pentagonal, ou combinaisons de ces formes, macles par interpénétration.

Propriétés physiques

Opaque, jaune bronze pâle, éclat métallique. Les faces du cube sont souvent striées parallèlement aux arêtes.

Gisements

Dans presque tous les types de roche, plus particulièrement dans les gisements hydrothermaux, dans certains schistes métamorphiques et dans les roches sédimentaires.



Galène, PbS

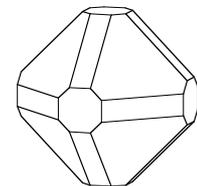
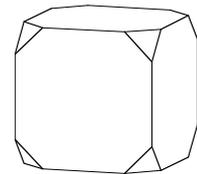
Classe des sulfures

Système cubique

Poids spécifique 7.58

Dureté 2.5

Optique opaque



Formes naturelles

Cube, octaèdre, dodécaèdre ou combinaisons de ces formes.

Propriétés physiques

Opaque, gris acier, éclat métallique, trait gris noir. Clivage cubique parfait, facile.

Gisements

Dans les filons hydrothermaux et dans certaines roches sédimentaires soumises à l'action de solutions hydrothermales.



Blende, ZnS

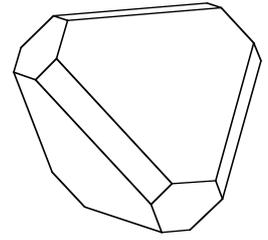
Classe des sulfures

Système cubique

Poids spécifique 3.9

Dureté 3.5 à 4

Indice de réfraction 2.37



Formes naturelles Cristaux tétraédriques, masses informes clivables.

Propriétés physiques Transparent à translucide, jaune miel, brun rougeâtre à noir, éclat adamantin, trait brun pâle. Clivage parfait laissant apparaître des surfaces très brillantes.

Gisements Dans les filons hydrothermaux de haute et moyenne température.



Chalcopyrite, $CuFeS_2$

Classe des sulfures

Système quadratique

Poids spécifique 4.1 à 4.3

Dureté 3.5 à 4

optique opaque



Formes naturelles Tétraèdre déformé, masses informes clivables.

Propriétés physiques Opaque, jaune bronze avec reflets verdâtres, éclat métallique, trait noir verdâtre. Clivage bon, cassure conchoïdale.

Gisements Dans les filons hydrothermaux de haute et moyenne température.



Stibine, Sb_2S_3

Classe des sulfures de semi-métaux

Système orthorhombique

Poids spécifique 4.6

Dureté 2

optique opaque

Formes naturelles Prismes allongés à aciculaires, souvent striés dans le sens de la longueur. Cristaux parfois tordus.

Propriétés physiques Gris à éclat métallique, brillant.

Gisements Dans les filons hydrothermaux de basse température.

Classe des oxydes



Quartz, SiO_2

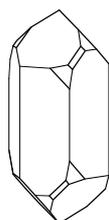
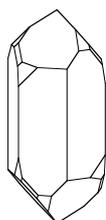
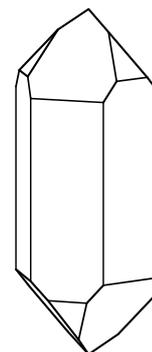
Groupe du quartz

Système rhomboédrique

Poids spécifique 2.65

Dureté 7

Indice de réfraction 1.54



Formes naturelles

Prisme hexagonal surmonté de deux rhomboèdres complémentaires montrant des développements différents. Parfois en filons massifs.

Propriétés physiques

Transparent à translucide, incolore à blanc laiteux, plus rarement brunâtre à noir, rose, jaunâtre ou vert, éclat gras à vitreux. Pas de clivage, cassure conchoïdale, faces prismatiques souvent striées.

Gisements

En grains informes dans les granites et les gneiss, en beaux cristaux dans les fissures des roches éruptives riches en silice et des schistes cristallins, dans les filons hydrothermaux et les pegmatites. Constituant majeur du sable des rivières et des océans. Participe à la formation des grès et des quartzites.



Cassitérite SnO_2

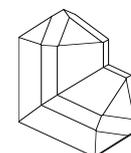
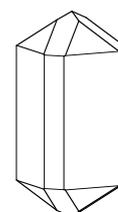
Groupe des oxydes quadratiques

Système quadratique

Poids spécifique 6.9 à 7

Dureté 6 à 7

Indice de réfraction 2.0



macle "en genou"

Formes naturelles

Prisme court surmonté d'une pyramide à chaque extrémités. Grains informes, rognons.

Propriétés physiques

Translucide, presque opaque, brun noir, jaune miel, éclat résineux à adamantin, trait incolore. Très souvent maclée en "genou". La macle complète est très rare, mais on observe très souvent un angle rentrant dit "bec d'étain".

Gisements

Dans les filons hydrothermaux de haute et moyenne température et dans les pegmatites.



Hématite, Fe_2O_3

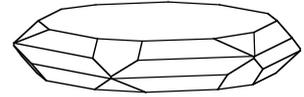
Groupes des sesquioxydes

Système rhomboédrique

Poids spécifique 5.26

Dureté 5 à 6

Indice de réfraction 2.8 à 3.1



Formes naturelles

Cristaux trapus ou tabulaires, rhomboèdre tronqué par des faces basales, minces feuillets hexagonaux arrangés en "rose de fer", masses informes, concrétions.

Propriétés physiques

Opaque, translucide sur le bord des minces arêtes, gris acier à éclat métallique, parfois rouge-brun sans éclat. Trait rouge brun.

Gisements

Dans les roches sédimentaires comme produit insoluble de l'altération superficielle, dans les fissures de certains basaltes et dans quelques roches métamorphiques. Dans les fissures alpines.



Corindon, Al_2O_3

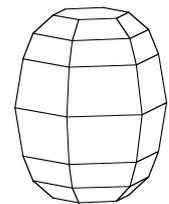
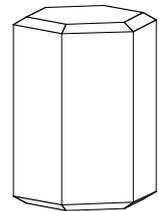
Groupes des sesquioxydes

Système rhomboédrique

Poids spécifique 4.0

Dureté 9

Indice de réfraction 1.76



Formes naturelles

Prisme hexagonal avec bipyramides, donnant l'aspect d'un petit tonneau, faces rugueuses et profondément striées, masses granulaires (émeri).

Propriétés physiques

Minéral le plus dur après le diamant. Transparent à translucide, presque opaque, incolore, gris, bleuâtre, jaunâtre, bleu profond (saphir), rouge (rubis).

Gisements

Dans les roches éruptives, les gneiss et autres roches métamorphiques riches en alumine.

Classe des carbonates, [CO₃]



Calcite, CaCO₃

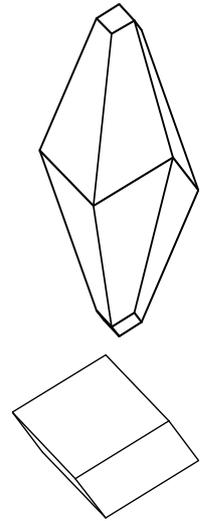
Groupe des carbonates rhomboédriques

Système rhomboédrique

Poids spécifique 2.71

Dureté 3

Indice de réfraction 1.49 à 1.66



Formes naturelles

Scalénoèdre, rhomboèdre, prisme hexagonal, mais surtout associations très variées de ces diverses formes.

Propriétés physiques

Transparent à translucide, habituellement incolore à jaunâtre, parfois teintée par des inclusions, éclat vitreux. Clivage rhomboédrique parfait, soluble dans les acides avec effervescence.

Gisements

Principal constituant des calcaires et des marbres, gangue de certains filons hydrothermaux. Constitue le squelette de nombreux organismes marins (coquillages, foraminifères) et les coquilles des oeufs d'oiseaux.



Aragonite, CaCO₃

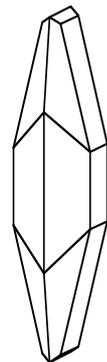
Groupe des carbonates orthorhombiques

Système orthorhombique

Poids spécifique 2,94

Dureté 3.5 à 4

Indice de réfraction 1.53 à 1.68



Formes naturelles

C'est une variété polymorphe de la calcite. Cristaux aciculaires. L'accolement de trois prismes à section losangique constitue parfois un pseudo-prisme hexagonal. Constitue les stalactites des grottes et les coquilles d'oeufs des reptiles.

Propriétés physiques

Transparent à translucide, incolore, jaunâtre, bleuâtre, rouge brun, éclat vitreux à résineux. Soluble dans les acides avec effervescence.

Gisements

Formation de basse température dans les roches sédimentaires superficielles. Autour des fumerolles volcaniques. Concrétions et stalactites dans les cavernes.



Malachite, $\text{Cu}_2(\text{CO})_3(\text{OH})_2$

Groupe des carbonates basiques

Système monoclinique

Poids spécifique 4.0

Dureté 4

Indice de réfraction 1.66 à 1.91

<i>Formes naturelles</i>	<i>Cristaux très rares, encroûtements mamelonnés, stalactites.</i>
<i>Propriétés physiques</i>	<i>Opaque, vert foncé à vert clair, en bandes alternées.</i>
<i>Gisements</i>	<i>Zone d'altération des gisements de cuivre.</i>

Classe des sulfates, $[\text{SO}_4]$



Barytine, BaSO_4

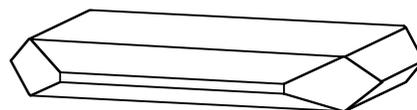
Groupe des sulfates anhydres

Système orthorhombique

Poids spécifique 4.5

Dureté 3 à 3.5

Indice de réfraction 1.64 à 1.65



<i>Formes naturelles</i>	<i>Cristaux prismatiques à symétrie orthorhombique reconnaissable, parfois agrégats en rosettes ou en feuillets.</i>
<i>Propriétés physiques</i>	<i>Transparent à translucide, incolore jaunâtre, bleuâtre, gris à brun, éclat vitreux à résineux.</i>
<i>Gisements</i>	<i>Dans les filons et veines d'origine hydrothermale de moyenne et basse température.</i>



Gypse, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

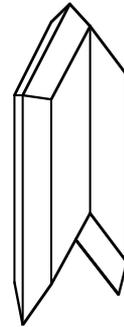
Groupe des sulfates hydratés

Système monoclinique

Poids spécifique 2.3

Dureté 2

Indice de réfraction 1.52 à 1.53



macle "en fer de lance"

Formes naturelles Cristaux allongés, aplatis, à symétrie monoclinique bien visible. Agrégats lenticulaires en "roses des sables", masses fibreuses.

Propriétés physiques Transparent à opaque, incolore, gris brun, jaunâtre, éclat vitreux à soyeux. Clivage parfait très facile, macle en "fer de lance".

Gisements Dans les roches sédimentaires issues d'anciens bassins lagunaires riches en sels et dans les lacs salés en voie d'évaporation.

Classe des phosphates, $[\text{PO}_4]$, $[\text{VO}_4]$



Apatite, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{Cl}, \text{F})$

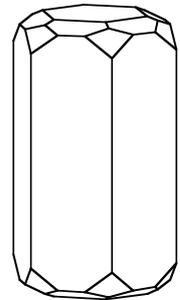
Groupe des phosphates anhydres

Système hexagonal

Poids spécifique 3.1

Dureté 5

Indice de réfraction 1.63



Formes naturelles Cristaux prismatiques à symétrie hexagonale reconnaissable.

Propriétés physiques Transparent à translucide, incolore, jaunâtre, bleu, vert, éclat vitreux.

Gisements Dans les roches éruptives, les pegmatites, les filons hydrothermaux de haute température. Dépôts amorphes dans certaines roches sédimentaires.

Classe des silicates, $[\text{SiO}_4]$



Disthène, $\text{Al}_2\text{O}_5 [\text{SiO}_4]$

Groupe des silicates d'alumine.

Système triclinique

Poids spécifique 3.6

Dureté 4 à 7.5

Indice de réfraction 1.72



Formes naturelles Prismes aplatis, cristaux lamellaires.

Propriétés physiques Transparent à translucide, bleu clair à éclat nacré, parfois gris bleu à éclat terne. Dureté 4 dans le sens de l'allongement, 7.5 perpendiculairement à l'allongement, clivage parfait.

Gisements Dans les roches métamorphiques de haute pression.



Staurotide, $\text{Fe}_2\text{Al}_8\text{O}_4(\text{SiO}_4)_4(\text{OH})_4$

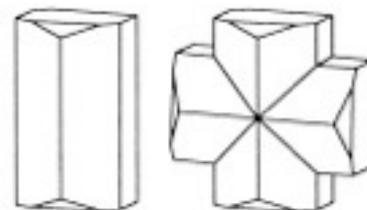
Groupe des silicates d'alumine

Système orthorhombique

Poids spécifique 3.6

Dureté 7 à 7.5

Indice de réfraction 1.75



Formes naturelles Prismes courts, macles «en croix» fréquente

Propriétés physiques Gris à brun foncé, rarement transparent, éclat résineux.

Gisements Dans les roches métamorphiques de haute température et dans les roches de contact.



Topaze, $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{F},\text{OH})_2$

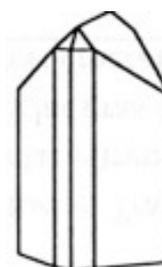
Groupe des silicates d'alumine

Système orthorhombique

Poids spécifique 3.6

Dureté 8

Indice de réfraction 1.61 à 1.64



Formes naturelles Cristaux prismatiques

Propriétés physiques Transparent à translucide, incolore, bleu clair à jaune verdâtre, brun à orange (madère), éclat vitreux. Clivage basal parfait.

Gisements Dans les pegmatites et dans quelques filons hydrothermaux de haute température.



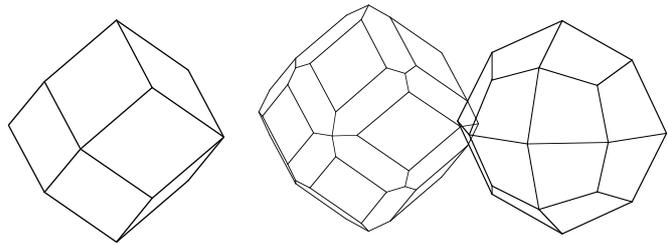
Groupe des grenats, $X_3Y_2 [SiO_4]_3$

Système cubique

Poids spécifique 3.6 à 4.2

Dureté 6.5 - 7.5

Indice de réfraction 1.74 à 1.89



Dodécaèdre
Dodécaèdre + Trapézoèdre

Trapézoèdre

Les grenats constituent une famille homogène de composition $X_3 Y_2 (SiO_4)_3$. Dans la structure atomique du minéral, la position X peut être occupée par Mg, Fe ou Ca et celle de Y par Al, Fe ou Cr.

Pyrope	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	rouge sombre
Almandin	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	rouge sombre
Grossulaire	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	toutes couleurs
Spessartine	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	rouge orangé
Andradite	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	vert à noir
Ouvarovite	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	vert

Formes naturelles	Toujours bien cristallisé sous forme de dodécaèdre, trapézoèdre ou formes composées.
Propriétés physiques	Transparent à opaque, brun à noir, rouge, orange, vert, éclat vitreux à gras.
Gisements	Dans les pegmatites et les roches métamorphiques.

Epidote $Ca_2(Al,Fe)_3O(SiO_4)(Si_2O_7)(OH)$

Groupe de l'épidote

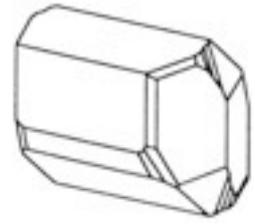
Système monoclinique

Poids spécifique

3.5



Dureté 6
Indice de réfraction 1.73



Formes naturelles Prisme trapu ou allongé, voire même aciculaire.

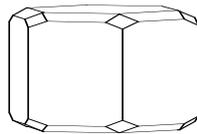
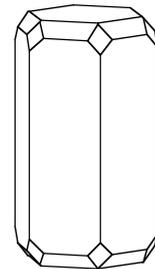
Propriétés physiques Translucide à opaque, vert pâle à vert foncé, presque noir, éclat vitreux. La variation de la proportion Al//Fe influence sur la couleur qui devient d'autant plus foncée que la teneur en fer augmente.

Gisements Dans les roches métamorphiques de faible intensité.



Béryl $Be_3Al_2Si_6O_{18}$

Système hexagonal
Poids spécifique 2.7 à 2.9
Dureté 7 - 7.5
Indice de réfraction 1.56 à 1.59



Formes naturelles Prisme hexagonal trapu à allongé voire même aciculaires, parfois tabulaire, les faces du prisme sont parfois striées verticalement.

Propriétés physiques Les formes prismatiques allongées caractérisent les variétés vertes et bleues. Le béryl rose montre des prismes peu allongés semblables à des petits tambours et le béryl incolore est parfaitement tabulaire.

Gisements Roches éruptives riches en silice, pegmatites, filons hydrothermaux de haute température, roches métamorphiques.

Tourmaline, $(Ca,Na)(Al,Fe,Li,Mg)_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$

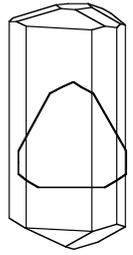
Système rhomboédrique

Poids spécifique 3.0 à 3.20
Dureté 7 - 7.5
Indice de réfraction 1.62 à 1.64



Variétés : *Dravite (noir),
Elbaïte (rose, jaune, bleu)*

section ditrigonale



Formes naturelles

Prisme allongé de section ditrigonale, terminé par un rhomboèdre; les faces prismatiques sont striées verticalement.

Propriétés physiques

Transparent à translucide dans toutes les couleurs: rose, rouge, vert, bleu, noir, parfois bicolore.

Gisements

Dans les roches granitiques, les gneiss et les pegmatites.

La composition chimique de la tourmaline est variable. Les atomes de Fe, Mg, Li et Al sont interchangeables. Cela explique la grande diversité des couleurs que peut prendre ce minéral.



Talc, $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$

Groupe du talc

Système monoclinique

Poids spécifique 2.7 à 2.8

Dureté 1

Indice de réfraction 1.54 à 1.59

Formes naturelles

Cristaux feuilletés ou masses compacte.

Propriétés physiques

Vert-pâle à blanc, toucher onctueux

Gisements

Produit d'altération hydrothermale dans les roches ultrabasiques riches en magnésie.



Muscovite $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

Groupe des micas

Système monoclinique

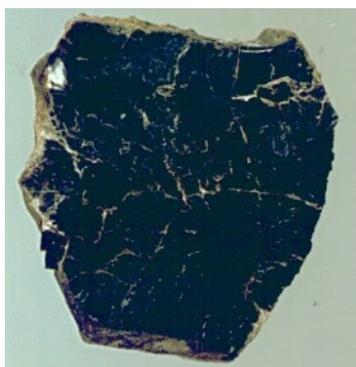
Poids spécifique 2.8 à 2.9

Dureté 2.5 à 3

Indice de réfraction 1.57 à 1.61



- Formes naturelles** Cristaux tabulaires à section pseudo-hexagonale se débitant en feuillets, en paillettes.
- Propriétés physiques** Transparent en feuillets minces, incolore à beige, éclat nacré, souvent très brillant. Clivage très facile avec débit en feuillets souples. Rayable à l'angle.
- Gisements** Dans les roches métamorphiques, en particulier les gneiss. Dans les pegmatites.



Biotite $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

Groupe des micas

Système hexagonal

Poids spécifique 2.7 à 2.9

Dureté 2.5 à 3

Indice de réfraction 1.56 à 1.59



- Formes naturelles** Cristaux tabulaires à section pseudo-hexagonale se débitant en feuillets, en paillettes.
- Propriétés physiques** Transparent en feuillets minces, noir, éclat nacré, souvent très brillant. Clivage très facile avec débit en feuillets souples. Rayable à l'angle.
- Gisements** Dans les roches granitiques, les gneiss et les pegmatites.

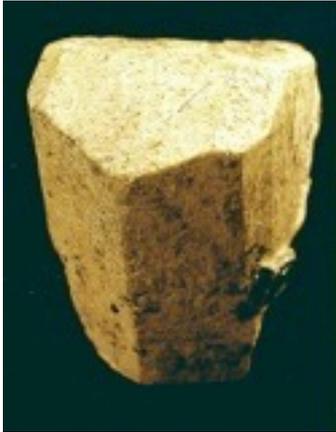
Orthose $K[AlSi_3O_8]$

Groupe des feldspaths alcalins

Système monoclinique

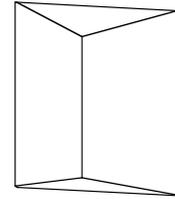
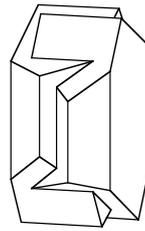
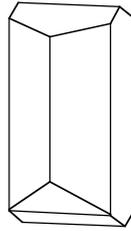
Poids spécifique 2.57

Dureté 6



Indice de réfraction

1.54



forme de l'Adulaire

macle dite "de Carlsbad"

Formes naturelles

Prisme court à section rectangulaire, parfois masse clivable, macles fréquentes par interpénétration.

Propriétés physiques

Rarement translucide, plus généralement opaque, blanc laiteux, jaunâtre, rose, parfois éclat nacré. Clivage parfait.

C'est le minéral le plus abondant de la croûte terrestre. La variété Adulaire se trouve dans les fissures alpines.

Gisements

Principal constituant des granites, des gneiss et des pegmatites, filons hydrothermaux.



Albite $\text{Na}[\text{Al Si}_3\text{O}_8]$

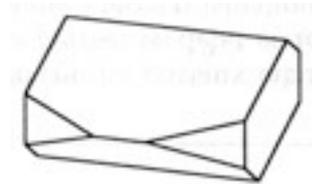
Groupe des feldspaths alcalins

Système triclinique

Poids spécifique 2.62

Dureté 6

Indice de réfraction 1.53



Formes naturelles

Cristaux rares, tabulaires, un peu comme l'orthose. Parfois en feuillets (variété Cleavelandite).

Propriétés physiques

Translucide à opaque, incolore, gris, blanc laiteux, éclat vitreux.

Gisements

Dans les roches éruptives et métamorphiques, les filons hydrothermaux et les pegmatites, dans les fissures alpines par activité hydrothermale.

Glossaire

<i>Aciculaire</i>	<i>En forme d'aiguille.</i>
<i>Adamantin</i>	<i>Qui a l'éclat du diamant.</i>
<i>Anion</i>	<i>Atome ionisé comportant une ou plusieurs charges négatives.</i>
<i>Basalte</i>	<i>Roche volcanique la plus fréquente, constituée de plagioclase (labrador), de pyroxène avec parfois un peu d'olivine.</i>
<i>Cation</i>	<i>Atome ionisé comportant une ou plusieurs charges positives.</i>
<i>Clivage</i>	<i>Faculté que possède un minéral de se débiter en plans parallèles les uns aux autres sous l'effet d'une contrainte mécanique.</i>
<i>Composition chimique</i>	<i>Proportion des différents atomes qui constituent un corps composé.</i>
<i>Corps simple</i>	<i>Substance constituée que d'une seule sorte d'atomes.</i>
<i>Corps composé</i>	<i>Substance constituée de plusieurs sortes d'atomes associés dans des proportions bien définies.</i>
<i>Dendritique</i>	<i>Disposition arborescente de petits cristaux.</i>
<i>Densité</i>	<i>Rapport du poids spécifique d'un corps comparé à celui de l'eau. C'est un nombre sans unité, identique à celui du poids spécifique.</i>
<i>Dodécaèdre</i>	<i>Polyèdre à douze faces semblables.</i>
<i>Etat amorphe</i>	<i>Etat d'une substance dont l'arrangement atomique est désordonné.</i>
<i>Etat cristallin</i>	<i>Etat d'une substance dont l'arrangement atomique est parfaitement ordonné.</i>
<i>Fibro-radié</i>	<i>Fibres qui semblent issues d'un point central.</i>
<i>Filon hydrothermal</i>	<i>Filon rempli de minéraux déposés par la circulation d'eau à haute température chargée de sels minéraux.</i>
<i>Foliacé</i>	<i>En feuillets.</i>
<i>Forme simple</i>	<i>Forme cristalline faite d'une seule forme (cube, octaèdre...)</i>
<i>Forme composée</i>	<i>Forme obtenue par la combinaison de plusieurs formes simples.</i>
<i>Gangue</i>	<i>Terme de mineur désignant, dans un gisement métallifère, la partie de la roche sans valeur économique.</i>
<i>Géode</i>	<i>Cavité d'une roche tapissée de cristaux.</i>
<i>Gneiss</i>	<i>Roche métamorphique constitué de feldspath, de mica et de quartz.</i>
<i>Granite</i>	<i>Roche éruptive constituée d'orthose, de quartz et de biotite.</i>
<i>Ion</i>	<i>Atome ayant perdu ou gagné un ou plusieurs électrons, ce qui lui confère une ou plusieurs charges électriques.</i>
<i>Ionisé</i>	<i>Etat d'un atome qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.</i>
<i>Isomorphisme</i>	<i>Espèces minérales différentes présentant une structure identique.</i>
<i>Macle</i>	<i>Association d'un ou plusieurs individus d'une même espèce minérale accolés selon une loi géométrique définie.</i>
<i>Maille élémentaire</i>	<i>Polyèdre imaginaire qui matérialise la loi de translation du motif dans l'espace. La maille est simple ou multiple suivant qu'elle contient un ou plusieurs motifs.</i>
<i>Magma</i>	<i>Liquide visqueux résultant de la fusion partielle ou complète de la roche en profondeur et dont le refroidissement génère les roches éruptives.</i>
<i>Métamorphisme</i>	<i>Ensemble des phénomènes qui aboutissent à la transformation d'une roche sous l'effet d'une augmentation et de la pression et de la température.</i>
<i>Monoclinique</i>	<i>Qualifie une symétrie dérivant du prisme oblique à base rectangle, incliné sur une seule de ses arêtes.</i>

Motif	<i>Le plus petit groupement d'atomes qui, répété indéfiniment dans les trois directions de l'espace, reconstitue un minéral</i>
Octaèdre	<i>Polyèdre à 8 faces équivalentes, obtenu par troncature des sommets du cube.</i>
Orthorhombique	<i>Qualifie une symétrie dérivant du prisme droit à base rectangle.</i>
Plan de symétrie	<i>Opérateur de symétrie dédoublant les éléments d'un objet à la manière d'un miroir</i>
Parallélépipède	<i>Mot horrible et difficile à prononcer qui désigne un solide à six faces dont les arêtes et les faces sont parallèles deux à deux.</i>
Pegmatite	<i>Roche éruptive, généralement de la famille des granites, caractérisée par des cristaux de très grande taille.</i>
Polymorphisme	<i>Possibilité pour une même substance chimique de cristalliser dans des structures cristallines différentes.</i>
Poids spécifique	<i>Poids d'une unité de volume d'un corps. S'exprime en gr/cm^3.</i>
Prisme	<i>Ensemble de faces équivalentes parallèles à une même direction.</i>
Pyramide	<i>Ensemble de faces équivalentes convergeant toutes vers un même sommet.</i>
Quadratique	<i>Qualifie une symétrie dérivant du prisme droit à base carrée.</i>
Rhomboèdre	<i>Bipyramide trigonale dont une des pyramides a tourné de 60° par rapport à l'autre; ou encore: polyèdre formé de 6 losanges (ou rhombes) parallèles deux à deux.</i>
Rhomboédrique	<i>Qualifie une symétrie dérivant du rhomboèdre.</i>
Rhomboïdal	<i>Qui a une forme de "rhombe" (mot grec pour dire "losange").</i>
Sagénite	<i>Nom particulier donné au rutile lorsqu'ils est maclé en un réseau d'aiguilles constituant un réseau hexagonal.</i>
Solution hydrothermale	<i>Eau plus ou moins chaude qui circule dans les fissures des roches.</i>
Stalactite	<i>Concrétion de forme tubulaire qui se forme au plafond des grottes par suintement d'eau chargée de sels minéraux.</i>
Stalagmite	<i>Concrétion cylindrique qui se forme sur le sol des grottes, à l'aplomb d'une stalactite.</i>
Symétrie	<i>Géométrie qui décrit les lois de répétition des parties d'un ensemble.</i>
Système cristallin	<i>Ensemble regroupant toutes les formes géométriques dont la symétrie présentent un certain nombre de points communs qui sont résumés par un des 7 parallélépipèdes pouvant remplir jointivement tout l'espace.</i>
Structure cristalline	<i>Façon dont les atomes sont arrangés au sein d'une substance cristalline.</i>
Tétraèdre	<i>Polyèdre constitué de 4 faces équivalentes.</i>
Tétragonal	<i>Adjectif qualifiant un objet dont la section est un carré. Utilisé parfois en lieu et place de quadratique</i>
Trapézoèdre	<i>Bipyramide dont une des pyramides a tourné d'un angle quelconque autour de l'axe commun. Dans le système cubique: polyèdre à 24 faces</i>
Triclinique	<i>Qualifie une forme dérivant du prisme oblique à base parallélogramme, incliné sur ses trois arêtes.</i>
Trigonal	<i>Adjectif qualifiant un objet dont la section est un triangle équilatéral.</i>
