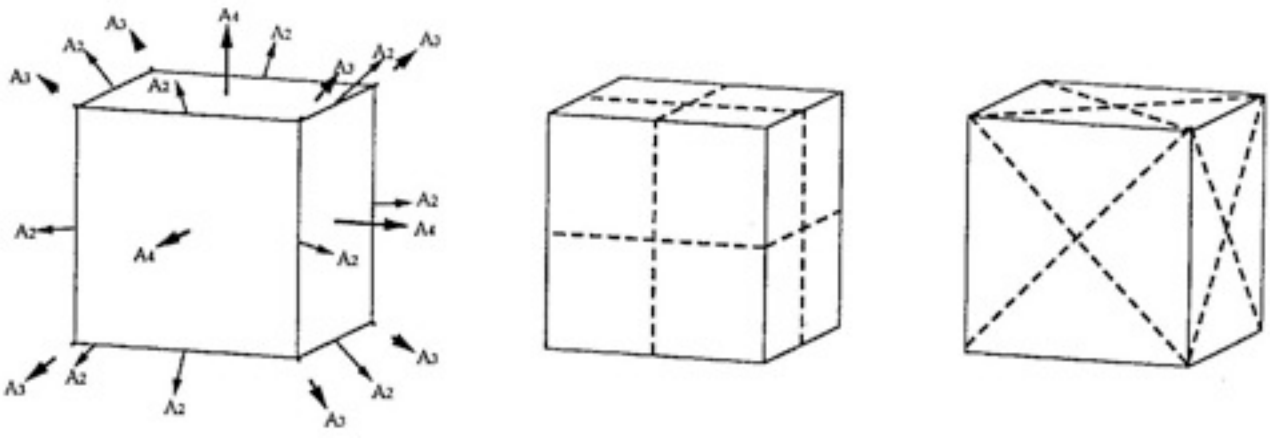
V. Les systèmes cristallins

Chaque système cristallin se subdivise en plusieurs classes dont une, l'holoédrie, présente l'ensemble des éléments de symétrie du système, et dont les autres, les hémiédries, ou même les tétartoédries, ne possèdent que la moitié ou le quart de ces éléments. Nous verrons plus loin les causes des ces différences.

Dans ce chapitre, nous nous proposons, en nous aidant de la projection stéréographique, de rechercher toutes les formes cristallines possibles de l'holoédrie de chaque système et de voir quelle est l'évolution de ces formes dans les classes mériédriques et tétartoédriques. Cette recherche peut être appliquée systématiquement au trente-deux classes de symétrie. Ce travail est fastidieux, aussi nous nous limiterons à quelques classes intéressantes et laisserons au lecteur le soin de faire ce même travail pour les autres classes, s'il en éprouve l'envie !

Système cubique

L'holoédrie est caractérisée par la formule $3A_4\ 4_3\ 6A_2\ C\ 3P_4\ 6P_2$. C'est celle du cube, qui est la forme primitive à partir de laquelle on peut reconstituer toutes les autres formes du système.



$A_4\ 4A_3\ 6A_2$ $3\ P_4$ $6P_2$

Les éléments de symétrie du cube.

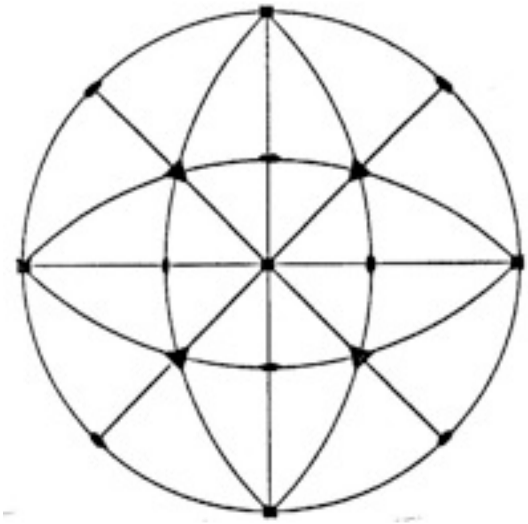
Imaginons ce cube au centre d'une sphère et plaçons les divers opérateurs de symétrie sur la projection stéréographique (p. 31).

Les axes A_4 percent la sphère, l'un au pôle Nord, les deux autres à l'équateur. La projection du premier se trouve au centre du cercle de base, celles des deux autres sur le cercle lui-même. Les deux axes A_2 horizontaux sortent aussi sur le cercle de base, à 45° des précédents. Le plan P_4

horizontal est confondu avec l'équateur de la sphère, c'est à dire avec le cercle de base lui-même. Les autres plans P_4 découpent sur la sphère des grands cercles verticaux dont les projections sont des droites sur le cercle de base. Les deux plans P_2 verticaux découpent aussi des grands cercles verticaux dont les projections sont des droites placées à 45° de celles des plans P_4. Les quatre autres plans P_2 découpent dans la sphère des grands cercles inclinés à 45° dont les projections sont des cercles aisés à construire (voir chapitre précédent). Les axes A_3, (en réalité des axes inverses $A^{6/3}$) se trouvent à l'intersection de trois plans P_2, et les quatre axes A_2 inclinés sont aux intersections des plans P_2 et P_4.

Notons encore que les axes de coordonnées utilisés dans le système cubique sont confondus avec les axes de symétrie A_4.

Nous allons étudier successivement toutes les formes dont les faces sont perpendiculaires aux axes de symétrie, puis parallèles à ces mêmes axes, et enfin la forme dite "oblique" dont les faces n'ont pas d'orientation privilégiée vis à vis des opérateurs de symétrie.



| plans

☐ axes A4

▲ axes A3

axes A2

–– traces des plans P4 et P2

Projection stéréographique des éléments de symétrie du système cubique.

La forme dont les faces sont normales aux axes A4 est le cube, ou hexaèdre. Les faces sont aussi perpendiculaires aux axes de coordonnées. Leur notation générale est {001}[1].

Par permutation on obtient bien les indices des six faces :

(100) (010) (001)
(100) (010) (001)

Sur la projection stéréographique, les projections des pôles des faces du cube sont confondues avec celles des axes A_4.

---

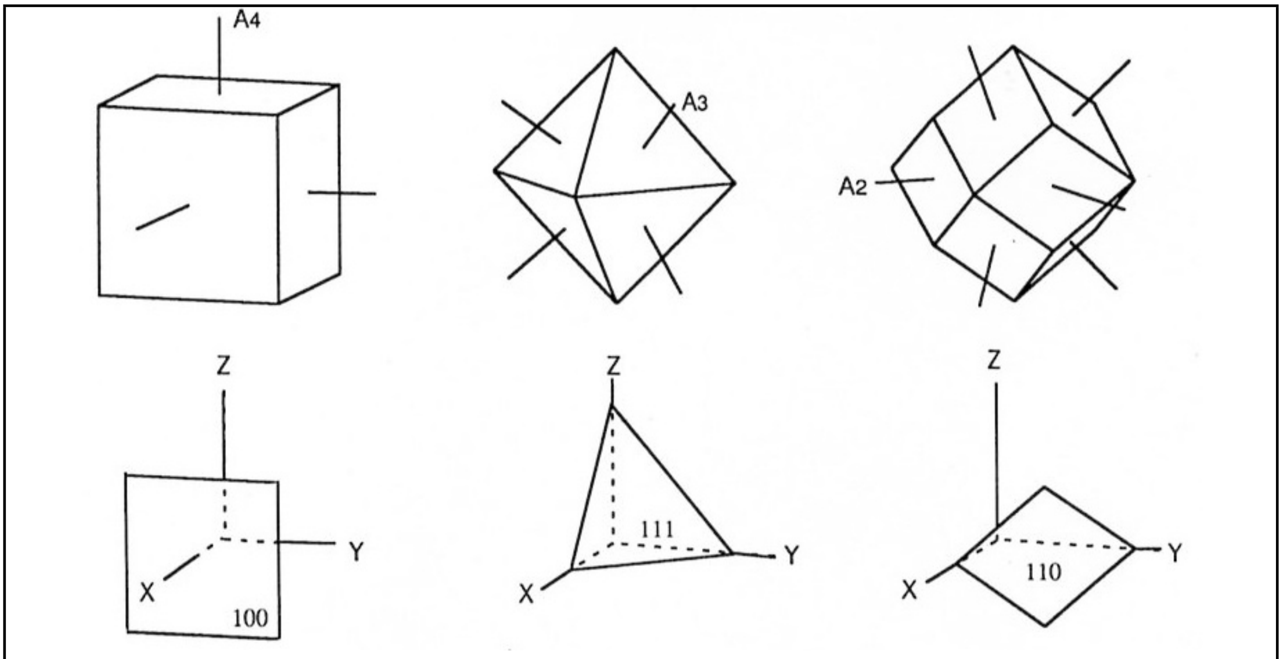
1 *les indices mis entre parenthèses accolades signifient que toutes les permutations doivent être effectuées pour trouver les indices particuliers de chaque face. C'est le symbole général de la forme cristalline.*

Par un raisonnement analogue nous obtenons l'octaèdre, dont les faces sont normales aux axes A_3, puis le dodécaèdre rhomboïdal[2], dont les faces sont normales aux axes A2. Les projections des faces de ces diverses formes sont confondues avec celles des axes auxquels elles sont perpendiculaires.

La recherche des formes parallèles aux axes s'effectue de la manière suivante : on place sur la projection stéréographique le pôle d'une face parallèle à un axe, l'axe A_4 vertical, par exemple. Puisque le cercle de base est le lieu des pôles de toutes les faces verticales (donc parallèles à A_4) on peut placer ce pôle a n'importe où sur ce cercle. Ce point est alors répété par tous les opérateurs de symétrie présents. On obtient ainsi les 24 faces du cube pyramidé. De la même manière on obtient les 24 faces de l'octaèdre pyramidé (appelé aussi triakisoctaèdre) ou du trapézoèdre, en cherchant les formes dont les faces sont parallèles à A_2. Le fait qu'on obtienne deux formes différentes dépend de l'endroit où l'on a disposé la première face.

Enfin, si l'on place le pôle d'une face d'une manière non privilégiée vis à vis des opérateurs de symétrie, on obtient un solide à 48 faces, l'hexakisoctaèdre. C'est ce dernier qui détermine, par son nombre de faces, la multiplicité M de la classe de symétrie.

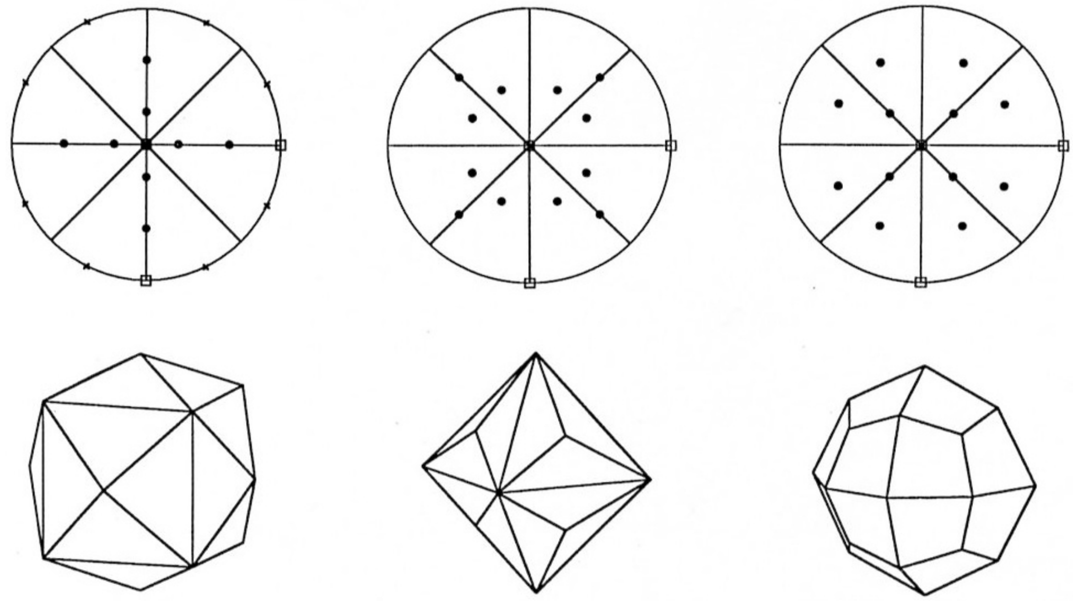
Formes perpendiculaires aux axes de symétrie du système cubique, et leur notation et leur orientation vis-à-vis des axes de coordonnées.



⊥ A_4: cube *⊥ A_3 : octaèdre* *⊥ A_2 : dodécaèdre rhomboïdal*

2 L'adjectif "rhomboïdal" qualifie la forme de la face, un rhombe, mot grec signifiant "losange".

Holoédrie du système cubique : formes parallèles aux axes de symétrie et leur représentation en projection stéréographique.

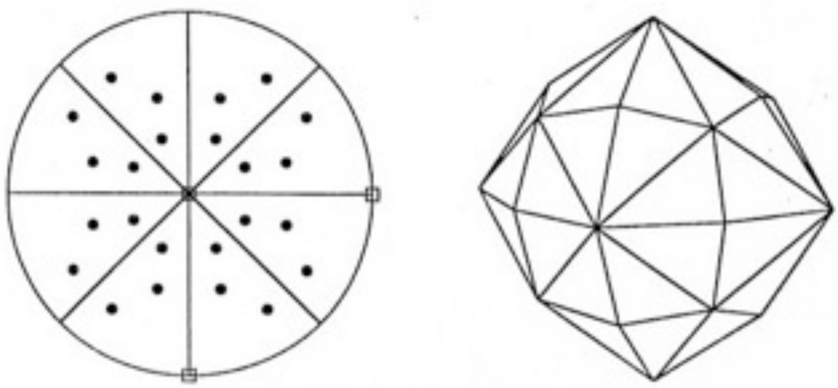


cube pyramidé {hk0} — *octaèdre pyramidé {hhl} (ou triakisoctaèdre) $h>l$* — *trapézoèdre {hhl} $h<l$*

Formes cristallines de l'holoédrie du système cubique

Orient.	forme	indices	M
$\perp A_4$	cube	{100}	6
$\perp A_3$	octaèdre	{111}	8
$\perp A_2$	dodécaèdre rhomboïdal	{110}	12
$//A_4$	cube pyramidé	{hk0}	24

orientation	forme	indices	M
$//A_2$(entre A_2 et A_3)	octaèdre pyramidé	{hhl} $h>l$	24
$//A_2$ (entre A_3 et A_4)	trapézoèdre	{hhl} $h<l$	24
oblique	hexakisoctaèdre	{hkl}	48

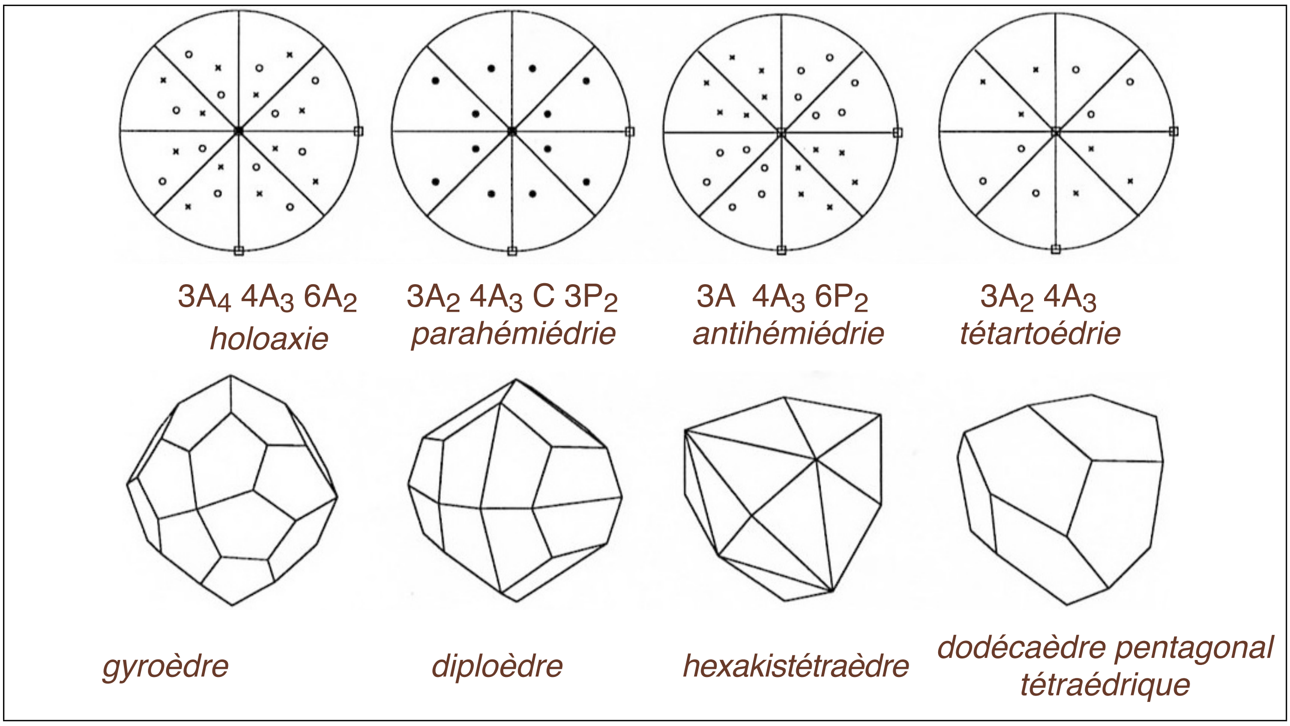


L'hexakisoctaèdre {hkl}, forme "oblique" de l'holoédrie du système cubique, et sa projection stéréographique.

Les mériédries

Le principe de la recherche des formes cristallines des classes hémiédriques est le suivant : sur une projection stéréographique des opérateurs de symétrie de l'holoédrie du système cubique, figurés en traits fins, on marque en couleur ou en traits gras les opérateurs encore présents de la classe considérée. On procède ensuite de la même manières que pour l'holoédrie.

La “forme oblique” dans les diverses mériédries du système cubique



La figure ci-dessus montre comment se comporte la "forme oblique" dans les trois mériédries et dans la tétartoédrie du système cubique. La forme oblique est la seule qui soit toujours atteinte par une diminution de symétrie.

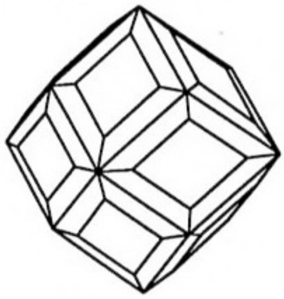
Le tableau de la page 33 décrit toutes les formes simples de l'holoédrie et des mériédries du système cubique. En l'examinant, on constate que certaines formes ne sont pas altérées par une diminution de symétrie. Ainsi, le cube et le dodécaèdre rhomboïdal sont des formes qui subsistent dans les cinq classes mériédres. Ces formes ne sont pas révélatrices de la classe à laquelle appartient un minéral, contrairement à la forme oblique qui est caractéristique de chacune des classes. La pyrite se présente souvent en cubes, bien qu'elle appartienne à la parahémiédrie de formule $3A_2$ $4A_3$ C $3P_2$.

Mais si on observe plus attentivement un cube de pyrite, on remarque que ses faces sont souvent striées. Comme la symétrie doit rendre compte non seulement de la forme, mais aussi des propriétés physiques, il faut donc admettre que les axes normaux aux faces ne peuvent plus être des axes A_4, mais des axes A_2. Les axes A_3 ne sont pas altérés, mais les trois plans P_4 deviennent des plans P_2 et les anciens plans P_2 disparaissent !

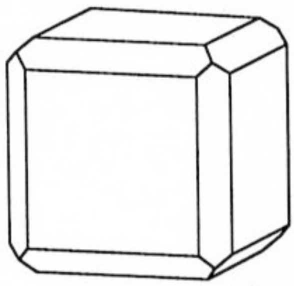
Formes composées

Jusqu'à présent nous n'avons parlé que des formes simples. Mais le plus souvent les minéraux sont composés par l'association de plusieurs formes simples. Les orientations des faces restent évidemment les mêmes, mais leur contour se modifie par les troncatures provoquées par les autres formes. Ainsi les faces du dodécaèdre pentagonal n'auront plus nécessairement un contour pentagonal !

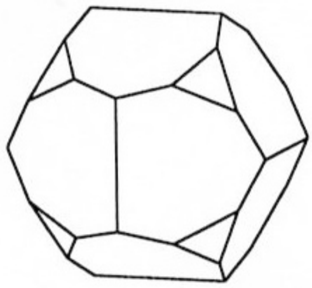
Quelques formes composées du système cubique



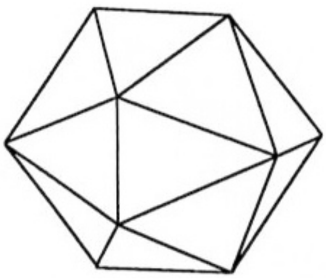
Grenat: trapézoèdre et dodécaèdre rhomboïdal



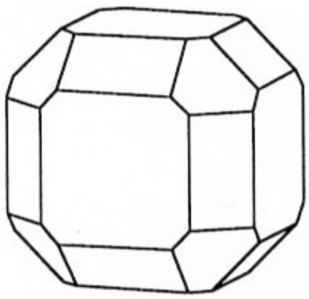
cube et dodécaèdre rhomboïdal



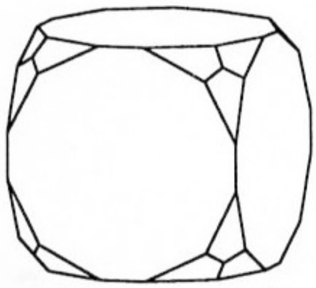
Pyrite : octaèdre et dodécaèdre pentagonal



Pyrite : octaèdre et dodécaèdre pentagonal



Galène : cube, octaèdre et dodécaèdre pentagonal



Galène : cube et triakisoctaèdre

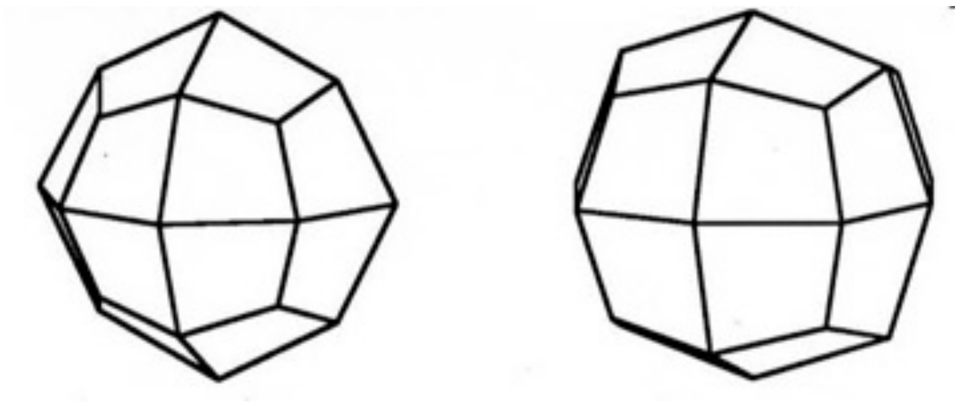
Les grenats montrent très souvent la combinaison du trapézoèdre et du dodécaèdre rhomboïdal. La pyrite présente les combinaisons du cube, de l'octaèdre et du dodécaèdre pentagonal. Parfois même, suivant le développement relatif des faces, la combinaison de l'octaèdre et du dodécaèdre pentagonal font croire à un solide à 20 faces, constitué en *réalité de 8 faces triangulaires équilatérales (l'octaèdre) et de 12 faces triangulaires isocèles (le dodécaèdre). Quant à la galène, elle présente parfois les combinaisons cube et octaèdre ou cube et triakisoctaèdre-.*

A propos de la notation des faces

Lorsqu'on donne les indices sous la forme générale {hhl} (cas du trapézoèdre), cela signifie que les nombres h et l peuvent être remplacés par des nombres quelconques (en respectant, dans ce cas particulier, la règle h>l). On pourrait donc avoir en réalité {112} ou {113}. La forme obtenue reste toujours celle d'un trapézoèdre, mais l'orientation des faces est un peu différente.

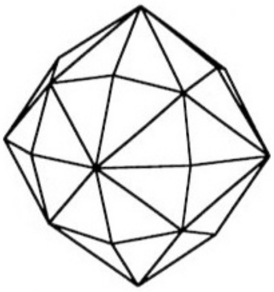
La nomenclature des formes cristallines suit plus ou moins une logique basée sur le nombre des faces et la forme de leur contour (dans les cas de formes simples). Ainsi dodécaèdre signifie solide à 12 faces. On le qualifie de pentagonal lorsque la forme de ses faces est pentagonale. De même, on utilise les qualificatifs rhomboïdal (= losangique) ou deltoïde (en forme de delta). On a recours aussi à des préfixes grecs, triakisoctaèdre par exemple, qui signifie pyramide à trois pans sur les faces d'un ancien octaèdre. On utilise encore des noms particuliers : trapézoèdre (24 faces en forme de trapèze), gyroèdre, ou diploèdre.

Trapézoèdres d'indices différents

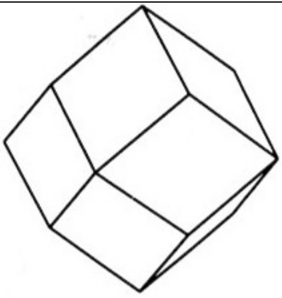


trapézoèdre (112) *trapézoèdre (113)*

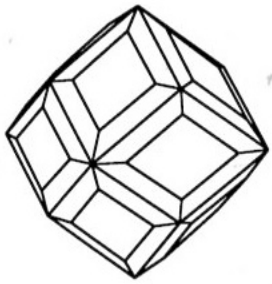
Formes cristallines de quelques minéraux cubiques.



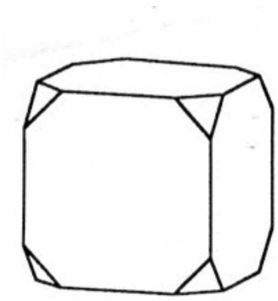
Diamant
hexakisoctaèdre



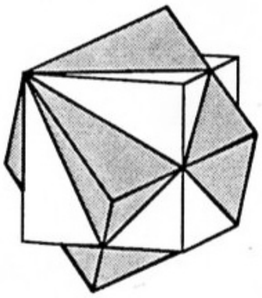
Grenat
dodécaèdre rhomboïdal



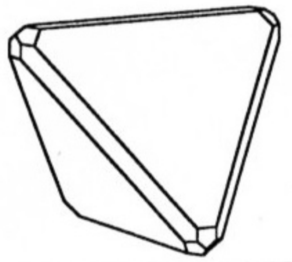
Grenat
dodécaèdre rhomboïdal et hexakisoctaèdre



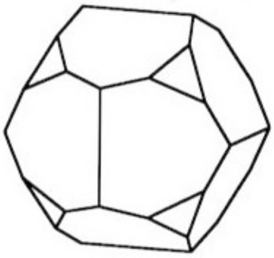
Fluorine
cube et octaèdre



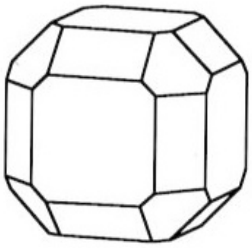
Fluorine
deux cubes maclés



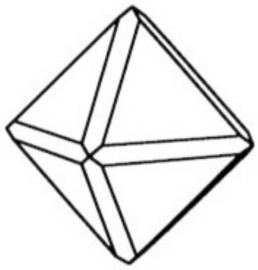
Tétraédrite
tétraèdre, cube et triakistétraèdre



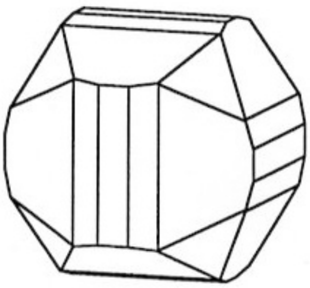
Pyrite
dodécaèdre pentagonal et octaèdre



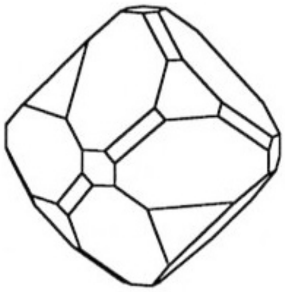
Pérowskite
cube, octaèdre et dodécaèdre rhomboïdal



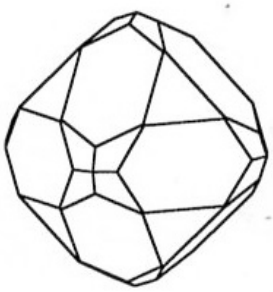
Cuprite
dodécaèdre rhomboïdal et octaèdre



Cobaltine
cube, octaèdre et deux dodécaèdres pentagonaux



Blende
dodécaèdre rhomboïdal, cube, octaèdre et trapézoèdre



Magnétite
dodécaèdre rhoboïdal, octaèdre et trapézoèdre

Extrait de «Introduction à la cristallographie»

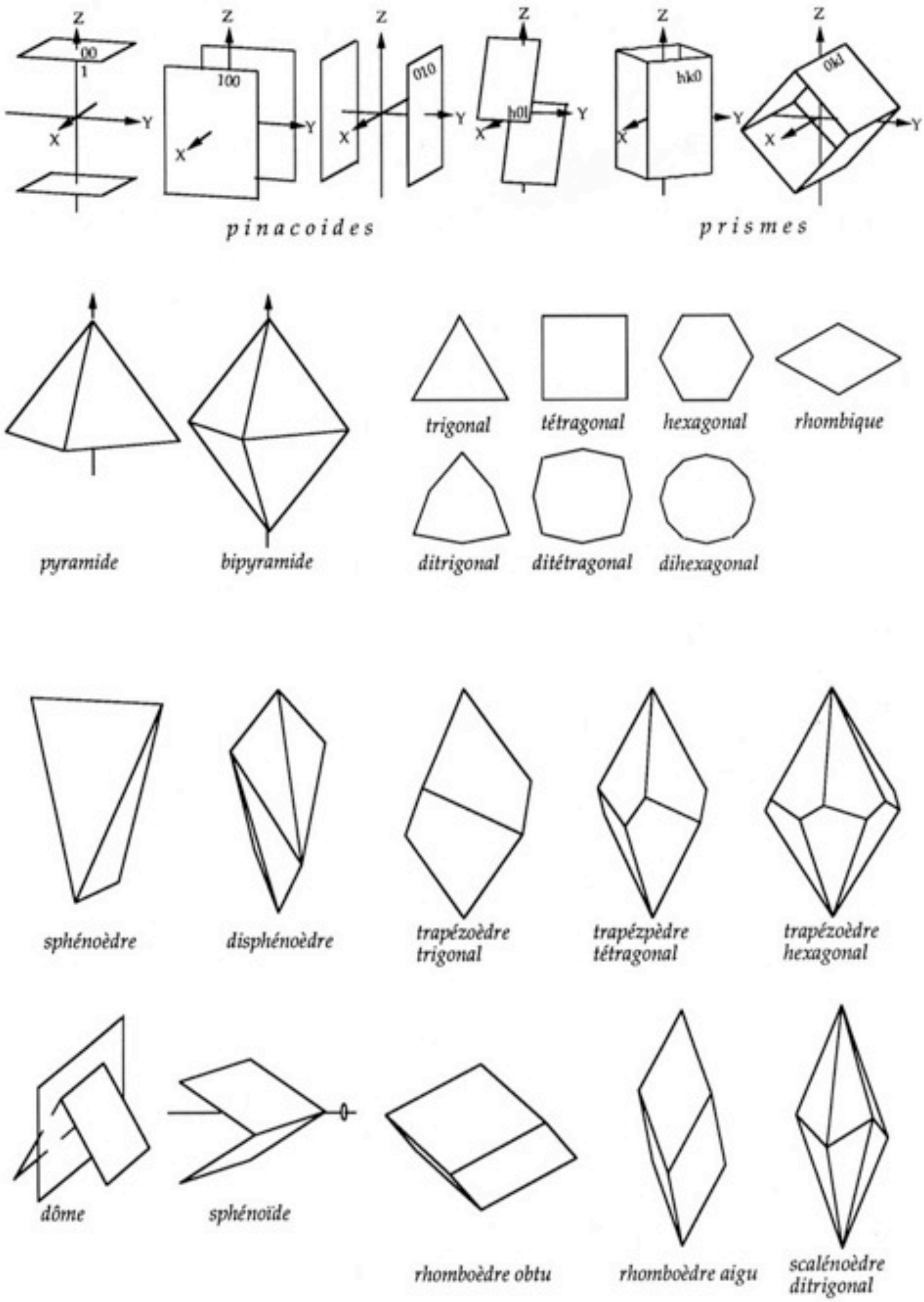
Nomenclature des formes des autres systèmes cristallins

Les systèmes autres que le système cubique utilisent une nomenclature commune assez simple. Ils présentent des éléments de symétrie moins nombreux. Cela entraîne une diminution du nombre des faces, et implique que certaines formes simples ne sont plus fermées (faute d'un nombre suffisant de faces) et qu'elles ne peuvent exister que combinées avec d'autres formes simples. Par exemple, une pyramide serait une forme ouverte s'il n'y avait pas la base. De même, un prisme ne saurait exister sans la présence des ses bases. La position de l'axe de coordonnée Z coïncide avec l'axe principal des systèmes quadratique, hexagonal, rhomboédrique, et avec un des axes A2 dans le système orthorhombique. Dans le système monoclinique, c'est l'axe Y qui coïncide avec l'axe A2.

Noms des formes simples des autres systèmes cristallins :

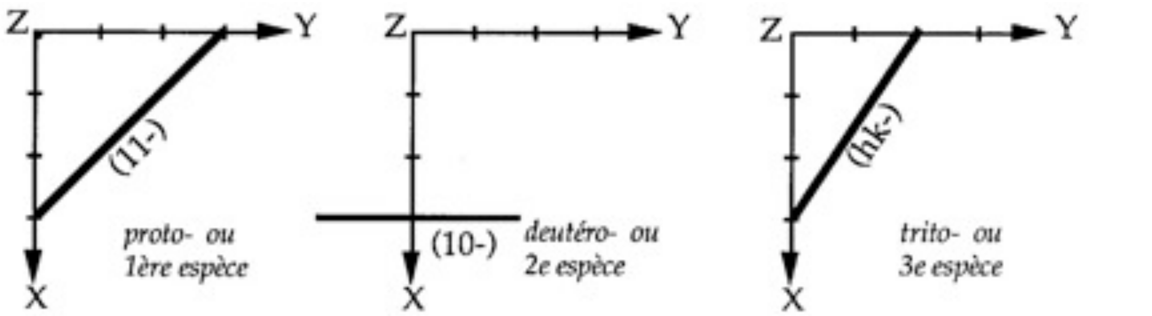
Pinacoïdes	*deux faces parallèles {001}, {010}, {100}, {h0l}, etc..).*
Prisme	*ensemble de faces parallèles à une même direction, généralement l'axe principal {hk0}.*
Bipyramide	*deux pyramides accolées par leur base. Les sections des prismes, pyramides et bipyramides peuvent être trigonales, tétragonales (ou quadratiques), hexagonales, ditrigonales, ditétragonales ou encore dihexagonales (cf. figure page suivante).*
Sphénoïde	*(ou aussi bisphénoïde) déformation tétragonale ou orthorhombique du tétraèdre.*
Disphénoèdre	*deux pans sur chaque face d'un sphénoèdre.*
Trapézoèdre	*bipyramide dont une des pyramides a tourné d'un angle quelconque autour de l'axe principal.*
Rhomboèdre	*trapézoèdre trigonal dont une des pyramides a tourné de 60° par rapport à l'autre. On peut le définir aussi comme un parallélépipède dont les faces ont des formes de rhombe (= losange).*
Scalénoèdre ditrigonal	*bipyramide ditrigonale dont une des pyramides a tourné de 60° par rapport à l'autre (ou rhomboèdre avec deux pans sur chaque face).*
Pédion	*face unique non répétée par les opérateurs de symétrie (base d'une pyramide, par exemple).*
Dôme	*prisme réduit à deux faces non parallèles. Un plan de symétrie engendre la deuxième face à partir de la première. Parfois aussi le terme de dôme est utilisé dans les systèmes de basse symétrie pour des prismes parallèles aux axes X ou Y.*
Sphénoïde	*appellation particulière, dans le système monoclinique, d'un dôme engendré par l'axe binaire .*

Formes cristallines simples des systèmes cristallins non cubiques.



Extrait de «Introduction à la cristallographie»

On attribue parfois des préfixes aux prismes, pyramides et bipyramides pour préciser leur position vis-à-vis des axes de coordonnées X et Y. Ce sont les préfixes proto-, deutéro- et trito- qui indiquent respectivement qu'une face coupe les axes précités à des distances égales (hhl), qu'elle est parallèle à l'un d'entre eux (h0l), ou que son orientation est quelconque (hkl). En lieu et place de ces préfixes, certains auteurs utilisent les expressions "de première espèce", "de deuxième espèce", ou "de troisième espèce".

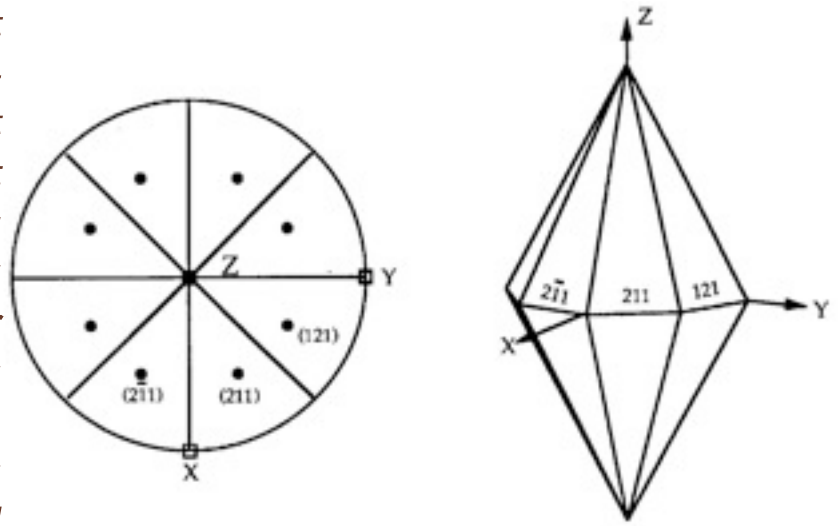


Orientation des prismes, pyramides et bipyramides vis-à-vis des axes de coordonnée

Système quadratique

La recherche des formes simples des diverses classes s'effectue de la même manière que pour le système cubique. Le tableau de la page 44 montre toutes ces formes en fonction de leur orientation vis-à-vis des opérateurs de symétrie. La figure ci-contre montre la projection stéréographique des plans et axes de symétrie du système.

Il faut noter cependant que les préfixes proto- deutéro- et trito- ne sont utilisés que si on veut exprimer précisément la position d'un prisme ou d'une bipyramide par rapport au réseau cristallin du minéral. Ainsi, sur les dessins suivants, on sait qu'il s'agit d'une due-téroforme, uniquement parce qu'on connaît l'orientation des formes

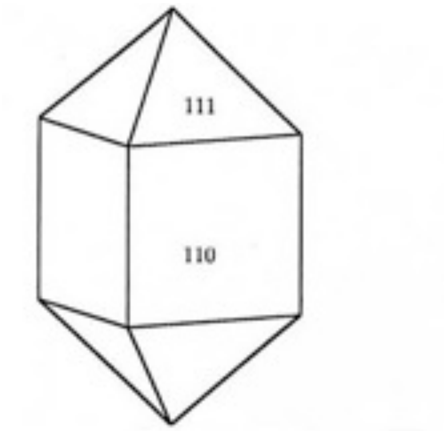


Projection stéréographique des éléments de symétrie du système quadratique et des pôles des faces de la bipyramide ditétragonale, forme oblique de l'holoédrie

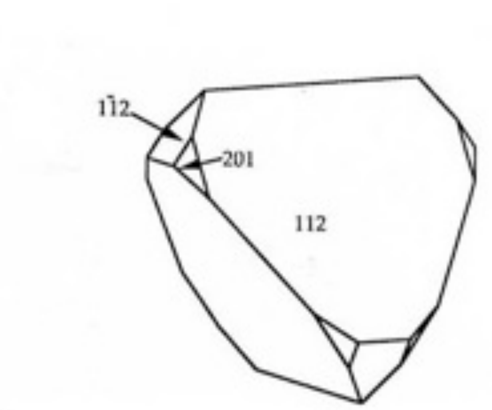
du zircon par rapport à ses paramètres cristallographiques. Mais si on présente un minéral inconnu avec ces mêmes formes, rien à priori ne permet d'affirmer qu'il s'agisse de proto- ou de deutéroforme.

On peut voir les deux sphénoèdres conjugués (112) et (112) de la chalcopyrite, dont les faces montrent des développements très différents. Pour la wulfénite, on remarque l'association d'un prisme et d'une tritobipyramide. Les éléments binaires ont disparu. Il s'agit de la classe A_4CP_4.

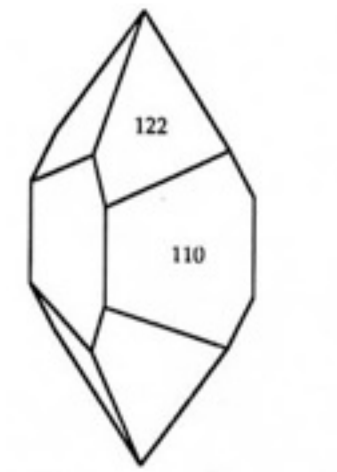
Quelques formes cristallines du système quadratique.



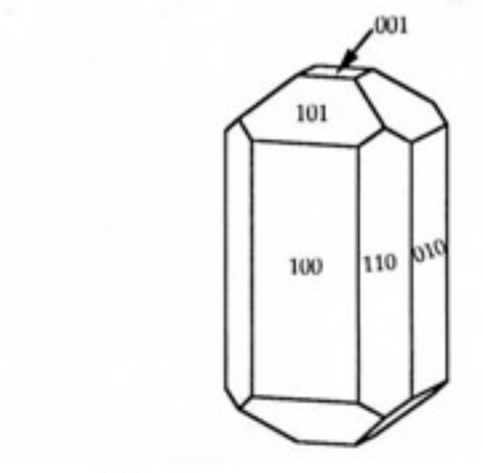
Zircon *: protoplasme {110} et protobipramide {111}*



Chalcopyrite *: deux sphénoèdres conjugués inégalement développés, {112} et {112}, et deutérobipyramide {201} peu développée.*



Wulfénite *: protoprisme {110} et tritobipyramide {122}*



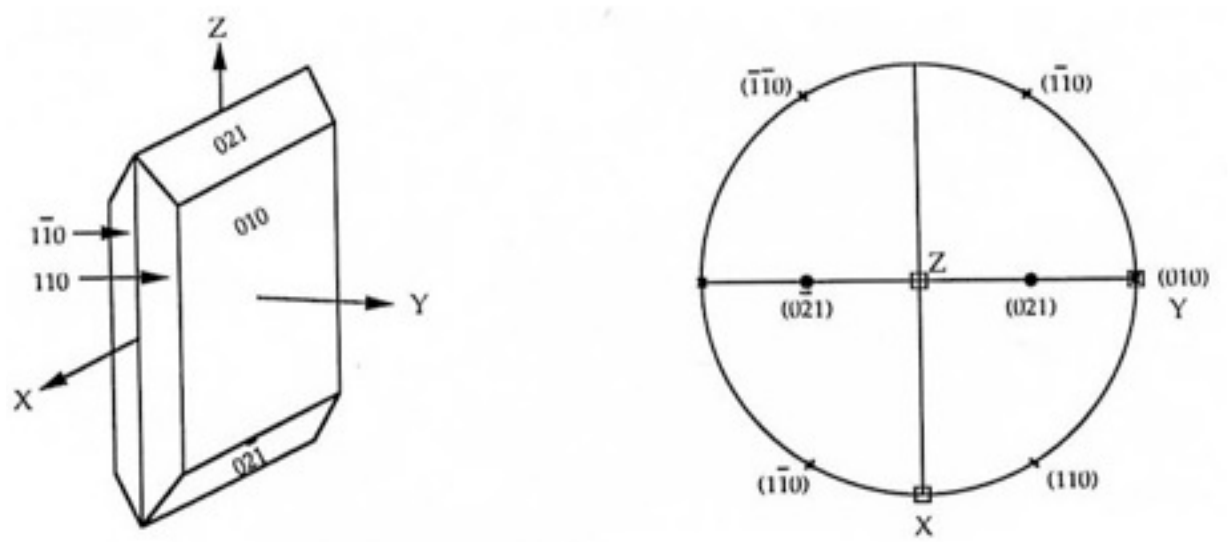
Vésuvianite *: prismes {100} et {110}, deutérobipyramide {101} et pinacoïde {001}*

Système orthorhombique

Les minéraux orthorhombiques ont trois axes de symétrie orthogonaux qui coïncident avec les axes de coordonnées. Ils sont souvent allongés selon un de ces axes de symétrie. Celui-ci est alors choisi comme axe Z. Les axes A'_2 et A''_2 jouent alors les rôles de X et Y.

En principe il ne devrait pas exister d'axe principal. Cependant, à cause de l'allongement ou de l'aplatissement fréquent des minéraux appartenant à ce système, on continue, par habitude, de nommer "prisme" la forme dont les faces sont parallèles à A_2 et "dôme" les formes dont les faces sont parallèles aux axes A'_2 et A''_2. La figure suivante montre la projection stéréographique des éléments de symétrie ainsi que les pôles des faces de la cérusite, minéral appartenant à l'holoédrie du système.

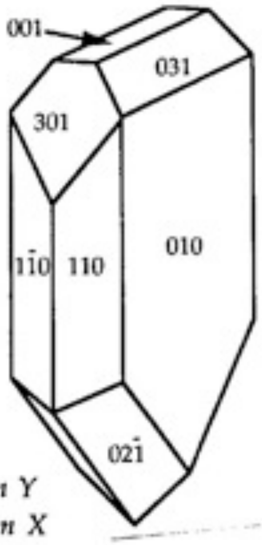
Projection stéréographique de la cérusite ($PbCO_3$).



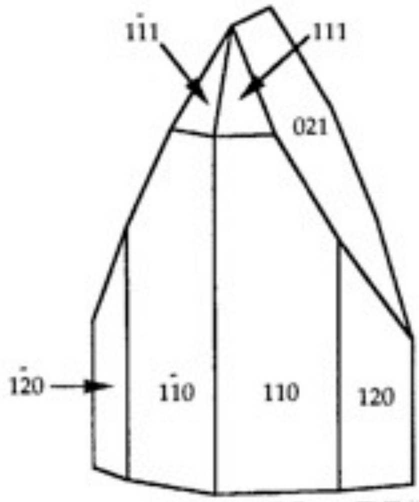
{110} prisme orthorhombique
{010} pinacoïde en Y
{021} dôme (ou prisme) en X

holoédrie : $A_2 A'_2 A''_2 C P_2 P'_2 P''_2$

Les figures suivantes montrent deux exemples de minéraux orthorhombiques : l'hémimorphite, $Zn_4Si_2O_7(OH)_2.H_2O$ et la topaze, $Al_2SiO_4(OH,F)_2$. L'hémimorphite appartient à la classe $A_2P'2P''_2$, alors que la topaze est considérée comme possédant une symétrie holoèdre.



{001} pédion
{010} pinacoïde en Y
{031} hémidôme en X
{301} hémidôme en Y
{110} prisme rhombique
{121} pyramide rhombique



prismes rhombiques {110} et {120}
dôme en X {021}
pyramide rhombique {111}

Hémimorphite, classe $A_2P_2P''_2$

Topaze, holoédrie

Tabl. 5.2 Formes simples du système quadratique

	Opérateurs de symétrie	⊥ A 4 {001}	⊥ A 2 {110}	⊥ A'2 {100}	// A 4 {hk0}	// A 2 {hhl}	// A'2 {h0l}	oblique{hkl}
4 / mmm	A4 2A2 2A'2 C P4 2P2 2P'2	pinacoïde base	protoprisme tétragonal	deutéroprisme tétragonal	prisme di-tétragonal	protobipyr. tétragonale	deutérobipyr. tétragonale	bipyramide ditétragonale
A 2 2	A4 2A2 2A'2	"	"	"	"	"	"	trapézoèdre tétragonal
4 2 m	A^{4}_{2} 2A2 2P'2	"	"	"	"	"	sphénoèdre tétragonal	disphénoèdre tétragonal
4 mm	A4 2P2 2P'2	pédion	"	"	"	protopyr. tétragonale	deutéropyr. tétragonale	pyramide ditétragonale
4 / m	A4 C P4	pinacoïde base	"	"	tritoprisme tétragonal	protobipyr. tétragonale	deutérobipyr. tétragonale	tritobipyr. tétragonale
4	A^{4}_{2}	"	"	"	"	protosphéno. tétragonal	deutérosphéno-èdre tétragonal	trisosphéno-èdre tétragonal
4	A4	pédion	"	"	"	protopyr. tétragonale	deutéropyr. tétragonale	tritopyramide tétragonale

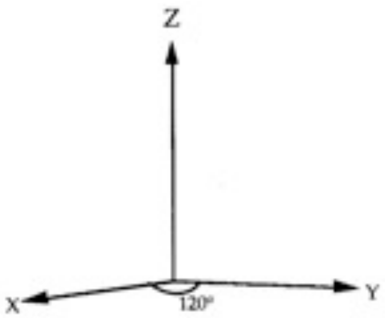
Tabl. 5.3 Formes simples du système orthorhombique

	Opérateurs de symétrie	⊥ A 2 {100}	⊥ A'2 {010}	⊥ A"2 {001}	// A 2 {hk0}	// A'2 {0kl}	// A"2 {h0l}	oblique{hkl}
mmm	A2 A'2 A"2 CP2 P'2 P"2	pinacoïde base	pinacoïde en X	pinacoïde en Y	prisme ortho-rhombique	dôme en X	dôme en Y	bipyramide rhombique
2 2 2	A2 A'2 A"2	"	"	"	"	"	"	sphénoèdre rhombique
mm2	A2 P'2 P"2	pédion	"	"	"	hémidôme	hémidôme	pyramide rhombique

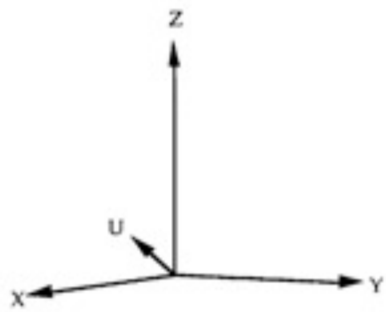
Systèmes hexagonal et rhomboédrique

Le tableau de la page 48 montre toutes les formes des diverses classes de ces deux systèmes. On les étudie souvent ensemble, considérant alors le système rhomboédrique comme une hémiédrie du système hexagonal.

Pour ces deux systèmes on adopte un système d'axes de coordonnées où X et Y font entre eux un angle de 120°. Certains auteurs ajoutent un axe supplémentaire dans le plan horizontal, l'axe U, séparé de X et Y par un angle de 120°. Les indices des faces sont alors (hkil). La valeur de i peut être calculée à partir de h et k. La relation est : i = –(h+k)



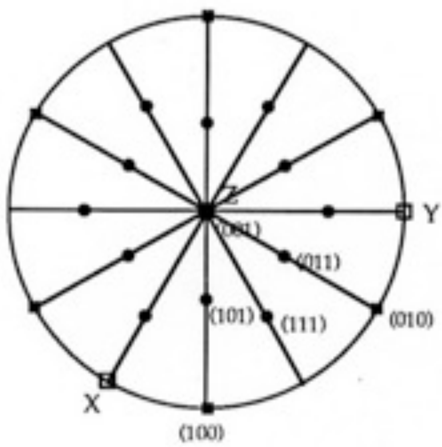
système à 3 axes



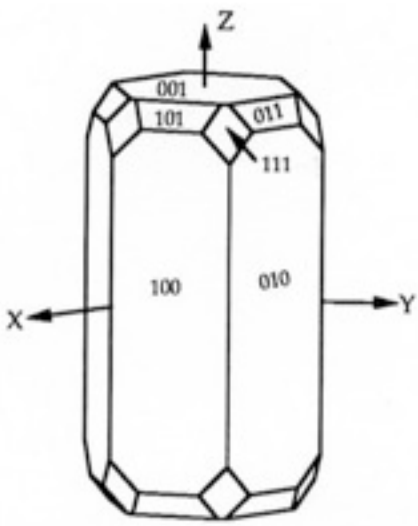
système à 4 axes

Les axes de coordonnées dans le système hexagonal

On voit ci-dessous la projection stéréographique des opérateurs du système, la position des axes de coordonnées ainsi qu'un cristal de béryl appartenant à l'holoédrie du système.



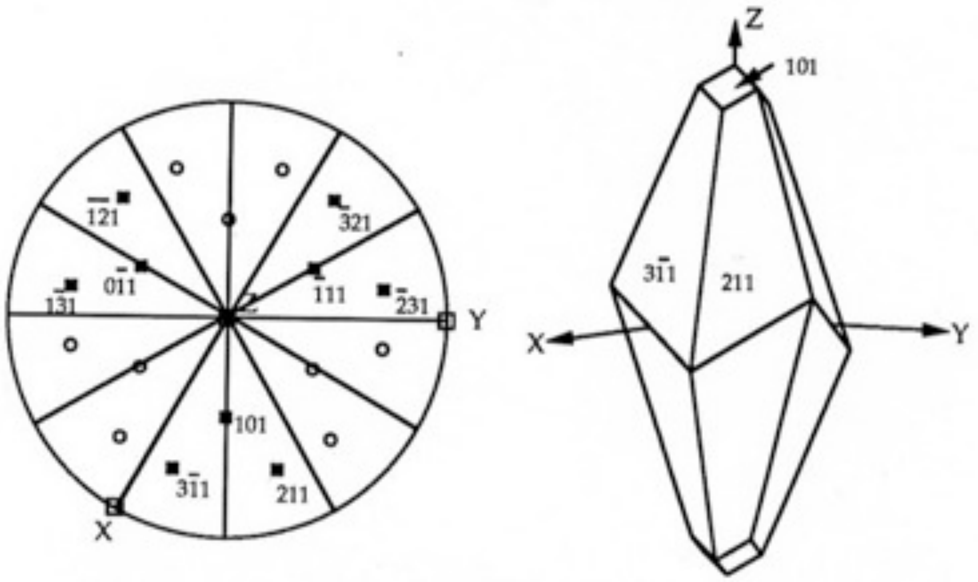
deutéroprisme {100}
deutérobipyramide {101}



pinacoïde {001}
protobipyramide {111}

Le béryl, exemple de l'holoédrie du système hexagonal.

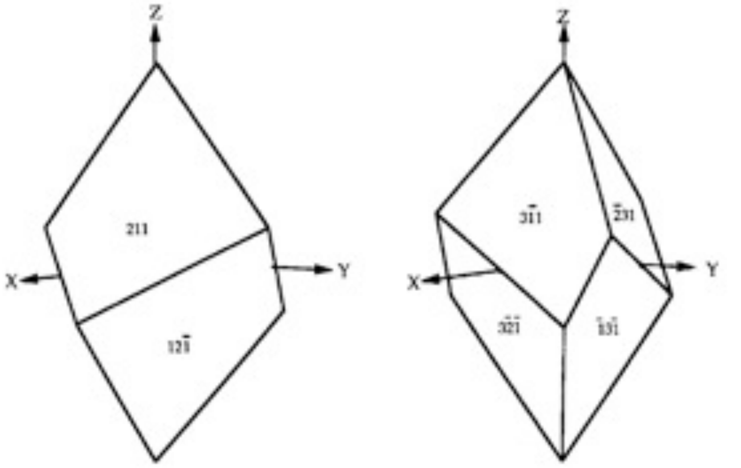
Le dessin suivant montre la projection stéréographique des éléments de symétrie du système rhomboédrique. En traits gras on a figuré la trace des plans de symétrie, en traits maigres la trace des axes de symétrie qui sont aussi les axes X, Y (et U). On a figuré aussi les pôles des faces du scalénoèdre ditrigonal {hkl}, une des nombreuses formes de la calcite.



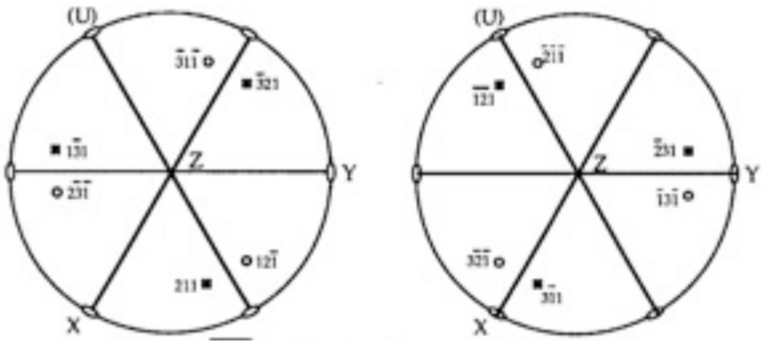
scalénoèdre ditrigonal {211} et rhomboèdre {101}

Projection stéréographique d'une des formes de la calcite, un exemple de l'holoédrie du système rhomboédrique.

Il est intéressant de voir ce que devient ce scalénoèdre dans les autres classes, l'holoaxie $A_3 3A_2$, par exemple. La disparition des plans de symétrie fait diminuer le nombre de faces de moitié. On voit, sur la fig. 5.22, que la face (211) n'est plus répétée en (311) comme elle l'était dans l'holoédrie. Nous obtenons une forme à 6 faces, le trapézoèdre. Mais si, au lieu d'avoir choisi la face (211) comme face quelconque, nous avions considéré plutôt la face (311) nous aurions obtenu un trapézoèdre orienté différemment. On remarque que ces deux trapoézoèdres ne sont pas superposables. On dit qu'ils sont énantiomorphes. On distingue ces deux trapézoèdres en les qualifiant de droit ou gauche. D'une manière identique nous avons une main droite et une gauche qui ne sont pas superposables.



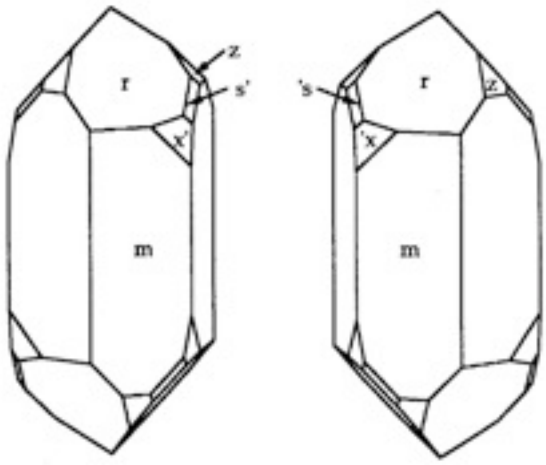
Holoaxie du système rhomboédrique :
apparence de la forme oblique.



trapézoèdre gauche
et trapézoèdre droit

Certains minéraux sont tantôt droits, tantôt gauches. L'exemple le plus familier est celui du quartz.

- *m* *prisme hexagonal {100}*
- *r* *rhomboèdre {101}*
- *z* *rhomboèdre {011}*
- *‘s* *pyram.trig. gauche {211}*
- *s’* *pyram.trig. droite {111}*
- *‘x* *trapézoèdre gauche {211}*
- *x’* *trapézoèdre droit {311}*



Quartz droit *Quartz gauche*

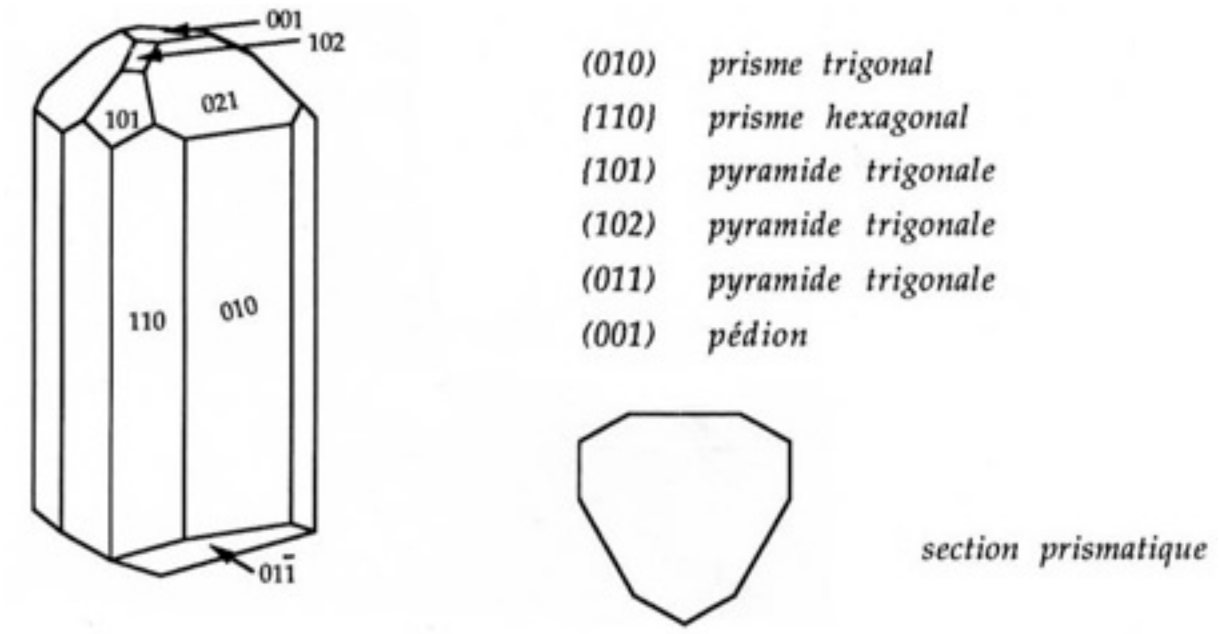
La distinction entre les deux formes n'est macroscopiquement possible que si les faces du trapézoèdre sont présentes. Rappelons que ces deux formes sont dites énantiomorphes. Cela signifie qu’elles ne sont pas superposables mais que l'une d'entre elles est le miroir de l’autre (plan de symétrie).

Tabl. 5.5 Formes simples des systèmes hexagonal et rhomboédrique

		⊥ A 6 {001}	⊥ A2 {100}	⊥ A'2 {110}	// A 6 {h k 0}	// A 2 {h0l}	// A'2 {h h l}	oblique{h k l}
6/mmm	A6 3A2 3A'2 C P6 3P2 3P'2	pinacoïde base	prisme hexagonal	prisme hexagonal	prisme di-hexagonal	bipyramide hexagonale	bipyramide hexagonale	bipyramide dihexagonale
622	A6 3A2 3A'2	"	"	"	"	"	"	trapézoèdre hexagonal
6m2	A3 3A2 P3 3P'2	"	prisme trigonal	"	prisme ditrigonal	bipyramide trigonale	"	bipyramide trigonale
6mm	A6 3P2 3P'2	pédion	prisme hexagonal	"	prisme dihexagonal	bipyramide hexagonale	bipyramide hexagonale	pyramide dihexagonale
6/m	A6 C P6	pinacoïde base	"	"	prisme hexagonal	"	bipyramide hexagonale	bipyramide hexagonale
6	A3 P3	"	prisme trigonal	prisme trigonal	prisme trigonal	bipyramide trigonale	bipyramide trigonale	bipyramide trigonale
6	A6	pédion	prisme hexagonal	prisme hexagonal	prisme hexagonal	pyramide hexagonale	pyramide hexagonale	pyramide hexagonale
3m	A A2 C 3P2	pinacoïde base	prisme hexagonal	prisme hexagonal	prisme dihexagonal	rhomboèdre	bipyramide hexagonale	scalénoèdre ditrigonal
32	A3 3A2	"	"	prisme trigonal	prisme ditrigonal	"	bipyramide trigonale	trapézoèdre trigonal
3m	A3 3P2	pédion	prisme trigonal	prisme hexagonal	"	pyramide trigonale	bipyramide hexagonale	pyramide ditrigonale
3	A C	pinacoïde base	prisme hexagonal	"	prisme hexagonal	rhomboèdre	rhomboèdre	rhomboèdre
3	A3	pédion	prisme trigonal	prisme trigonal	prisme trigonal	pyramide trigonale	pyramide trigonale	pyramide trigonale

Rappelons qu'on peut aussi exprimer la notation des faces à partir de quatre axes de coordonnées, X, Y, U et Z, les indices étant alors h,k,i et l. La valeur de i est alors liée à celles de h et k par la relation: $i = -(h+k)$.

Un autre exemple intéressant est celui de la tourmaline :



Formes habituelles de la tourmaline

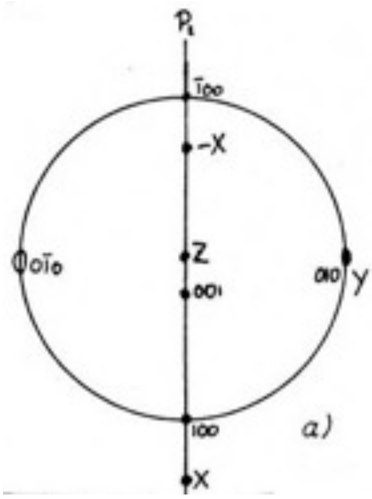
Système monoclinique

La diminution du nombre des opérateurs de symétrie entraîne un appauvrissement du nombre des formes qui se limitent à celles qui sont décrites dans le tableau ci-dessous.

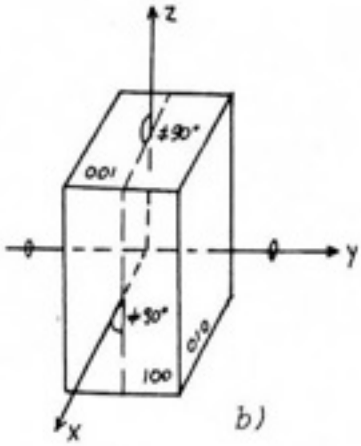
Formes simples du système monoclinique

		$\perp A_2 \{010\}$	$/\!/ A_2 \ \{h0l\}$	oblique $\{hkl\}$
2/m	A_2 C P_2	pinacoïde	pinacoïde	prisme
2	A_2	pédion	pinacoïde	sphénoïde
m	P_2	pinacoïde	pédion	dôme

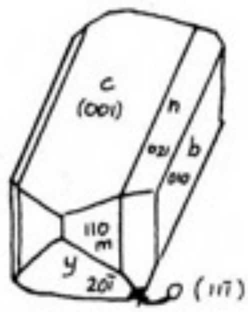
L'axe Y coïncide avec l'unique axe de symétrie, X et Z sont situés dans le plan de symétrie et ne sont plus normaux aux faces (100) et (001). Sur la projection stéréographique on place Z verticalement (au centre du cercle de base), X penchant en avant, sa projection se trouve à l'extérieur du cercle de projection. L'orthose, décrite dans l'exemple ci-dessous, appartient à l'holoédrie du système.



Projection des éléments du système monoclinique. Le grand cercle est le lieu des faces parallèles à X.



Parallélépipède défini par les pinacoïdes {100}, {010} et {001}. Les trois arêtes définissent les axes X, Y et Z.

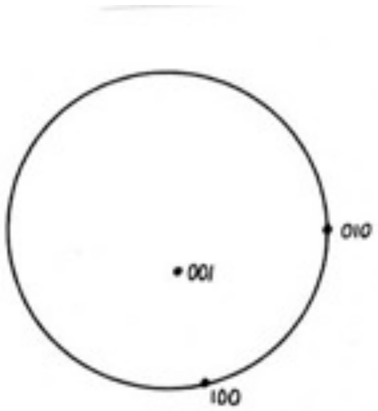


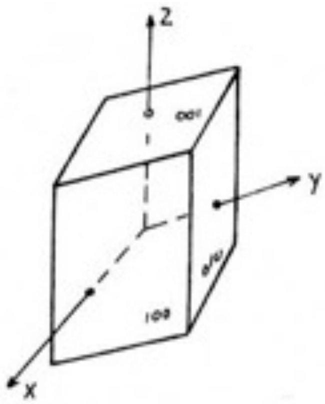
Formes de l'orthose : pinacoïdes {010}, {001} et {201} et prismes {110}, {130}, {021} et {111}.

Projection du système monoclinique et exemple de l'orthose

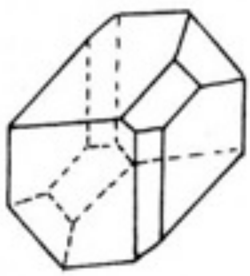
Système triclinique

Les formes se réduisent à des pinacoïdes dans l'holoédrie et à des pédions dans la classe sans symétrie. Le parallélépipède triclinique, déterminé par les pinacoïdes {100}, {010} et {001} est orienté de telle manière que la face (010) soit située sur le cercle de base, à l'extrémité droite du diamètre équatorial horizontal, et que la face (100) vienne aussi sur le cercle de base, vers l'avant. La face (001) penche donc vers l'avant et sur la droite. Les axes X, Y, Z ne sont plus confondus avec les normales aux pinacoïdes. L'axe Z est vertical, les axes X et Y sont situés en des points quelconques de la projection.





Parallélépipède défini par les pinacoïdes {100}, {010} et {001}. Les arêtes définissent les axes X, Y et Z.



Formes de l'axinite : pinacoïdes {010}, {001} et {201}, {110}, {130}, {021} et {111}.

Projection du système triclinique et exemple de l'axinite.