

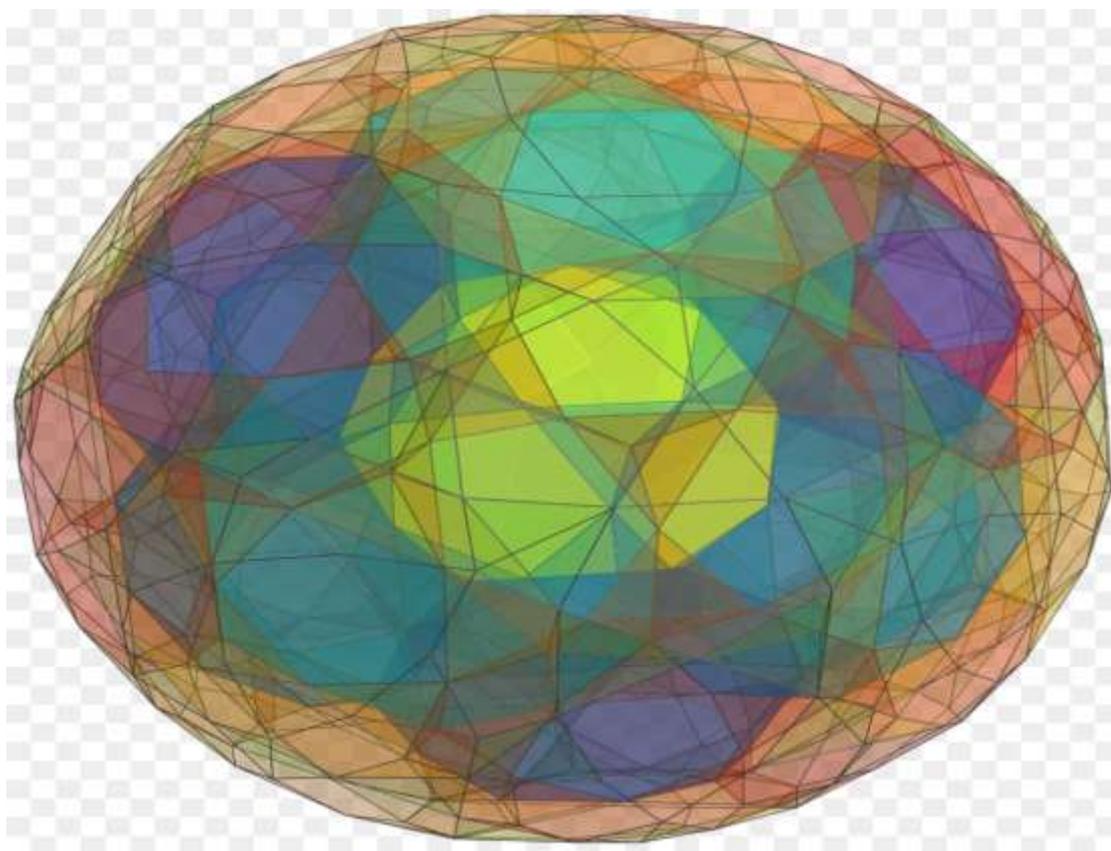
# TP-Projection Stéréographique

MASTER I: MATIERE CONDENSEE

| Solide I |

Par

Mme BLIZAK MERIEM Djanette



## PROJECTION STEREOGRAPHIQUE

### BUT DU TP :

Utiliser les modèles cristallographiques du bois pour :

- reconnaître les formes cristallographiques ;
- faire des projections stéréographiques des plans cristallins ;
- déterminer l'axe d'une zone de plan ;
- reconnaissance des éléments de symétrie dans les cristaux.

### INTRODUCTION

Les cristaux sont des solides qui ont des faces cristallines généralement planes et polis, développent des formes géométriques et faisant entre elles des angles parfaitement définis. Cependant, le plus important, c'est qu'ils ont une structure interne ordonnée. Ainsi, le solide de forme polyédrique ayant un ordre interne périodique tridimensionnel de ses atomes, ions et molécules peut être considéré comme un cristal.

Toutes les formes cristallines présentes dans la nature se regroupent en 7 systèmes cristallins ; ce sont les 7 formes primitives de base grâce à des faces nouvelles qui apparaissent sur les arêtes et/ou sur les sommets, les faces nouvelles obéissant toujours au degré de symétrie du solide initial. Ces sept systèmes sont divisés en 32 groupes ponctuels (groupes de symétrie) qui définissent les éléments de symétrie (Voir le tableau 1). Ces opérations de symétrie chez les cristaux sont des opérations géométriques (rotation et réflexion) qui amènent en correspondance des sommets, des arêtes ou des plans cristallins. Cependant, la forme externe d'un solide cristallin peut ne pas avoir la forme géométrique de la maille primitive. Par exemple tous les systèmes cubiques dont la maille est cubique n'auront pas forcément une forme cubique. Mais, ils garderont la même symétrie. Pour cette raison, la morphologie cristalline est importante car elle permet d'identifier les espèces cristallines à partir de son étude.

### La loi de la constance des angles :

Puisque la structure interne de toute substance cristalline est constante et que les faces cristallines ou les plans réticulaires (Figure 1) définis par les indices de Miller (hkl) ont une relation définie avec cette structure, il s'ensuit que les faces ont une relation définie les unes avec les autres.

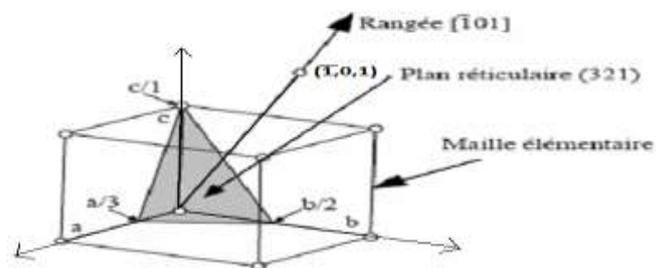


Figure 1 : Indices de Miller d'un plan cristallin

Ceci a été observé en 1669 par Nicolás Steno, qui a déclaré la loi de la constance des angles : « Les angles mesurés à la même température, entre les faces naturelles des cristaux se conservent, pour la même substance, d'un échantillon à l'autre ».

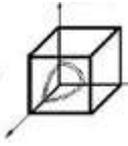
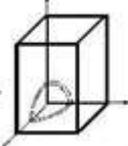
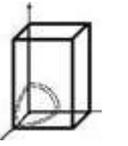
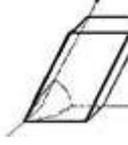
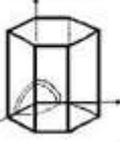
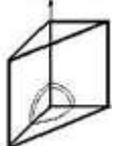
Système cristallin	Longueurs des axes	Angles entre les axes	Forme géométrique	Groupe ponctuels de symétrie
Cubique	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$		$23$ $m\bar{3}$ $432$ $\bar{4}3m$ $m\bar{3}m$
Quadratique ou Tétragone	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$		$4$ $\bar{4}$ $4/m$ $422$ $4mm$ $\bar{4}2m$ $4/mmm$
Orthorhombique	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$		$222$ $mm2$ $mmm$
Monoclinique	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma \neq 90^\circ$		$2$ $m$ $2/m$
Triclinique	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$		$1$ $\bar{1}$
Hexagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$		$6$ $\bar{6}$ $6/m$ $622$ $6mm$ $\bar{6}2m$ $6/mmm$
Rhomboédrique ou Trigonal	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$		$3$ $\bar{3}$ $32$ $3m$ $\bar{3}m$

Tableau 1 : Les 7 systèmes cristallins et les 32 groupes ponctuels de symétrie

## Mesure de l'orientation des faces cristallines

Les angles mesurés entre la normale et les faces cristallines caractérisent un cristal et doivent être mesurés avec soin. Avec ces données, la symétrie du cristal et sa classe cristalline sont déterminées. Pour, les gros cristaux, les angles peuvent être mesurés avec un instrument très simple : le goniomètre à contact. Il faut savoir que c'est l'angle interne qui est enregistré (l'angle dans la figure 2).

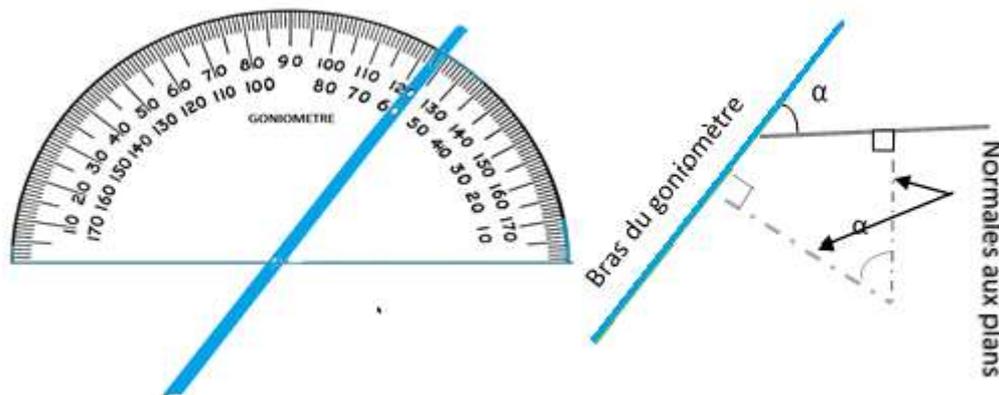


Figure 2 : Goniomètre à contact pour la mesure de l'angle  $\alpha$  entre deux plans cristallins.

## Projection stéréographique

Il est possible de projeter un cristal en trois dimensions sur une surface plane en deux dimensions en représentant l'orientation d'une face cristalline au moyen de la normale à ce plan. Elle est donc projetée comme un point qui reçoit le nom du pôle de ce dernier. Il existe différentes méthodologies applicables à différents objectifs. Parmi les plus représentatifs la projection stéréographique.

La projection stéréographique permet de représenter les plans et les lignes d'un cristal se trouvant au centre de la sphère de référence. Elle est construite en projetant les traces de plans et des lignes sur la surface équatoriale de la sphère (Figure 3). On peut représenter un plan soit par un méridien ou par un point qui correspond au pôle de ce plan. Ainsi, les formes cristallines sont projetées sur le cercle équatorial de telle sorte que les relations angulaires entre les faces soient conservées et que la projection permette de voir clairement la symétrie du cristal.

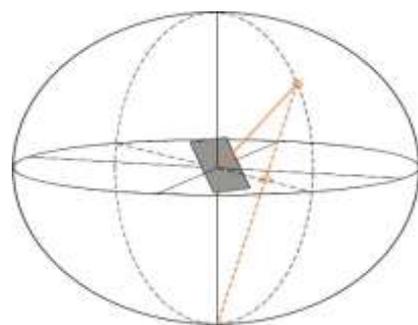


Figure 3 : Projection sphérique

Les faces sont projetées en allongeant le vecteur perpendiculairement à chaque face. De cette façon, les faces sont représentées par des points, appelés pôles.

## Utilisation du diagramme de Wulff

Dans une projection stéréographique, la mesure et le traçage des angles correspondant aux coordonnées polaires des faces cristallines, ainsi que la localisation ultérieure de leurs pôles respectifs, peuvent être facilités par l'utilisation d'un gabarit circulaire appelé réseau de Wulff. Ce diagramme permet de localiser l'ensemble des pôles correspondant à la projection d'un cristal, puis lire correctement les angles entre deux faces quelconques.

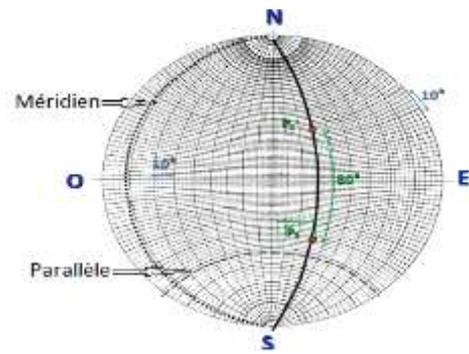


Figure 4 : Projection stéréographique sur le réseau de Wulff

### Procédure à suivre :

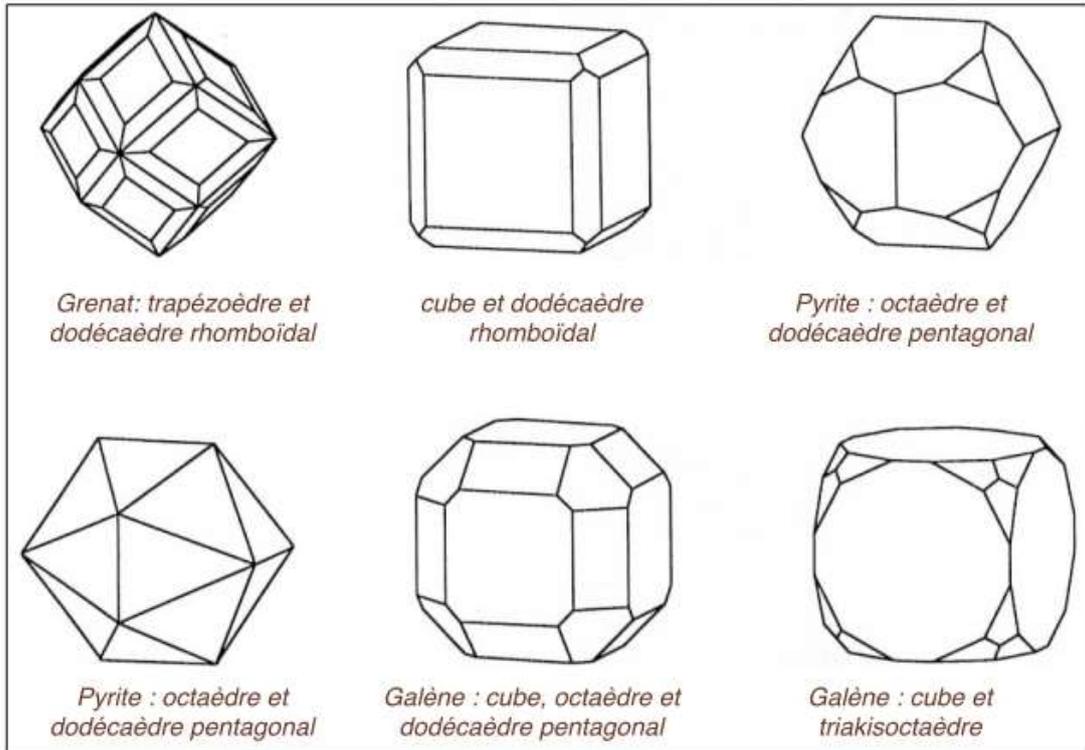
Pour localiser le pôle associé à une face dont les coordonnées polaires sont connues, on procède comme suit :

- On place un papier calque sous sur le réseau Wulff.
- On place une punaise au centre du réseau pour faire tourner le papier calque.
- On report les azimuts  $\varphi$  à partir de l'extrémité d'un diamètre du cercle fondamental qui est la projection stéréographique du méridien choisi comme origine des azimuts.
- On report les colatitudes  $\rho$  à partir du centre du canevas, en utilisant les graduations de l'un des diamètres, du cercle fondamental.

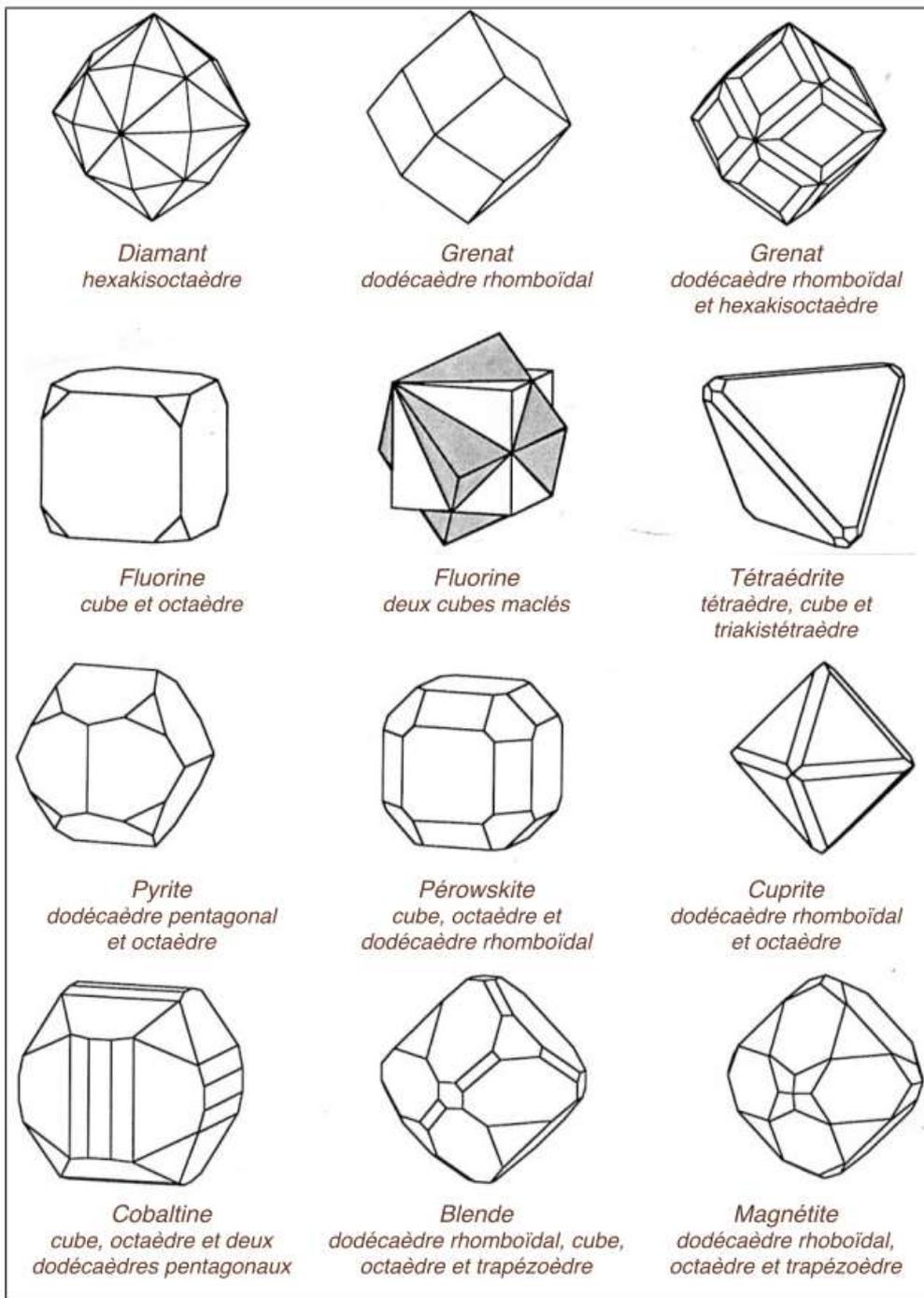
Pour mesurer les distances angulaires entre deux pôles il faut tracer un méridien passant par les deux points et mesurer une distance angulaire (Figure 3).

## QUESTIONS

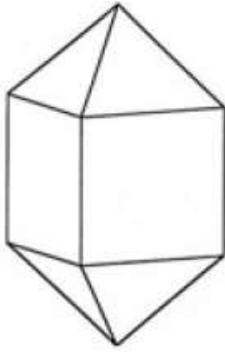
1. Choisir cinq modèles parmi les formes cristallines en bois.
2. Donner le nom de la forme cristalline de chaque modèle en bois choisi.
3. Déterminer les éléments de symétrie de chaque modèle et déduire son système cristallin.
4. Choisir un modèle et mesurer les angles d'orientation de ces faces cristallines avec le goniomètre à contact (Rappel :  $\rho$  est l'angle entre l'axe c et la normale de la face).
5. Représenter en projection stéréographique sur le réseau de Wulff les pôles des faces du modèle choisi.
6. Choisir une zone de plan et déterminer son axe.
7. Représenter sur la feuille de projection les éléments de symétrie de cette forme.
8. Quel est le groupe ponctuel (notation d'Hermann-Mauguin) de ce modèle.



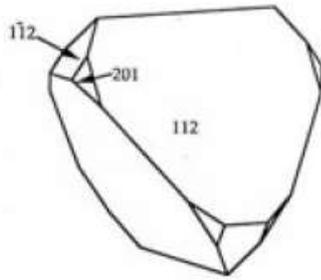
Quelques formes composées du système cubique



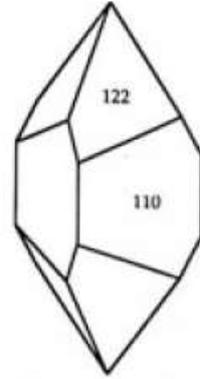
Formes cristallines de quelques minéraux cubiques.



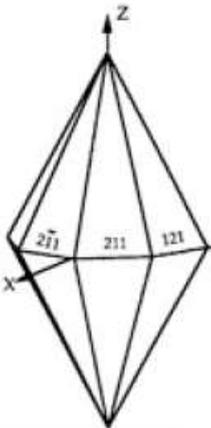
**Zircon**  
protobipyramide



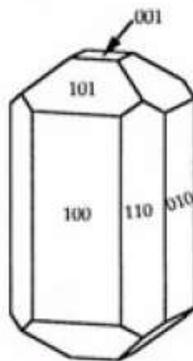
**Chalcopyrite**  
sphénoèdres conjugués  
et deutrobipyramide



**Wulfénite**  
protoprisme et tritobipyramide

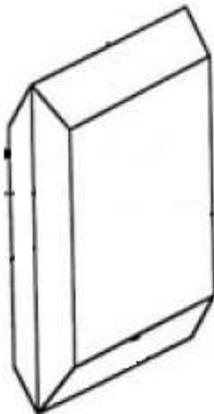


bipyramide ditétragonale

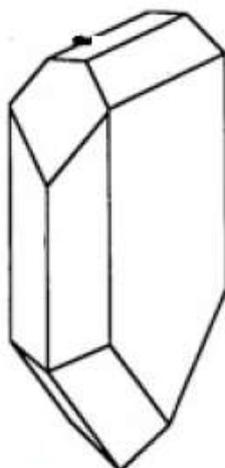


**Vésuvianite**  
deutrobipyramide et pinacoïde

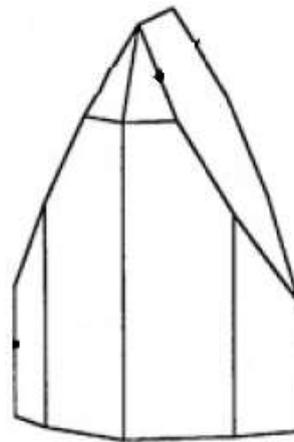
Quelques formes cristallines du système quadratique.



*cérusite*

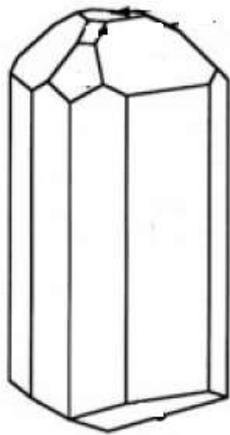


*Hémimorphite*



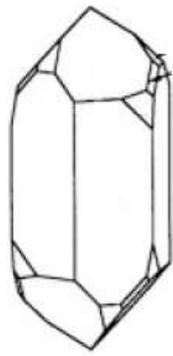
*Topaze*

Système orthorhombique

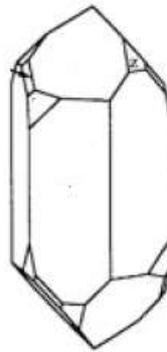


**tourmaline**

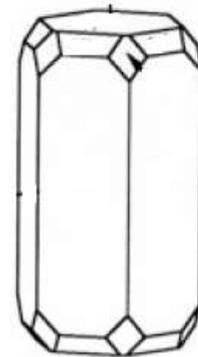
Systèmes hexagonal



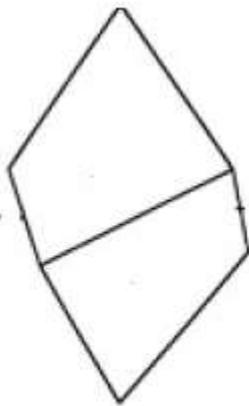
Quartz droit



Quartz gauche

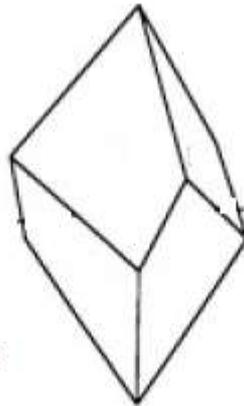


**béryl**  
pinacoïde et protobipyramide

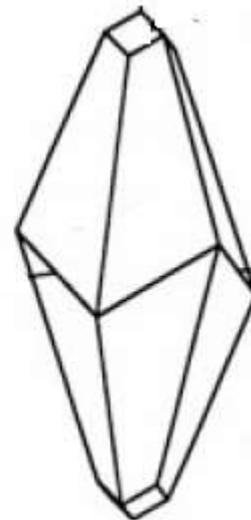


trapézoèdre gauche

Holoaxie

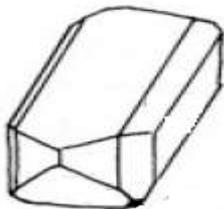


trapézoèdre droit



**calcite.**  
scalénoèdre ditrigonal

Systèmes rhomboédrique

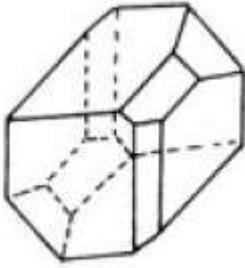


l'orthose



Epidote

Système monoclinique



*l'axinite.*

Systeme triclinique