

VII

Système quadratique

Système quadratique ou quaternaire

Nom des formes	Miller	Évy $m=h-k \quad n=h+k \quad p=l$	Naumann $m=\frac{h}{l} \quad n=\frac{k}{k}$	Weiss $m=\frac{h}{h} \quad n=\frac{k}{l}$	Holoaxe homoyneque $A^4 2L_2 2L_2$	Hemiaxe principal enté $A^4 C \pi$	Hemiaxe principal dehogyneque $A^4 2P 2P'$	Hemiaxe principal hemisymetrique $A^4$	Hemiaxe non principal dehogyne $A^4 2L_2 2P'$
Base hémiaxe de ppp à d <sub>4</sub>	001	P	OP	oa:oa:c	Bases	Bases	Une Base	une seule base	(ou $A^4 2L_2 2P'$ ) Bases
Prismes parallèles à d <sub>4</sub> <u>Protoprisme</u> faces ppp à L <sub>2</sub>	110	m	∞P	a:a:∞c	Protoprisme	Protoprisme	Protoprisme	Protoprisme	Protoprisme
<u>Deutero-prisme</u> faces ppp à L <sub>2</sub>	100	h'	∞P∞	a:∞a:∞c	Deutero-prisme	Deutero-prisme	Deutero-prisme	Deutero-prisme	Deutero-prisme
<u>Prismes octogones</u> faces parallèles à A <sub>4</sub>	hk0	$h \frac{n}{m}$	∞Pn	a:ma:∞c	Prisme octogone	Prisme quadratique non orienté	Prisme octogone	Prisme quadratique non orienté	Prisme octogone
<u>Pyramides</u> <u>Protopyramides</u> faces parallèles aux axes binaires de 2° espèce	hkl 111 112	$\frac{p}{h}, \frac{p}{k}$ $\frac{p}{l}$ $\frac{p}{h}$	mP P	a:a:nc a:a:c	Protopyramide	Protopyramide	Pyramide quadratique indefinie	Pyramide quadratique indefinie	Sphéroèdre
<u>Deutero-pyramides</u> faces parallèles aux axes binaires de 1° espèce	kol 101 201	$a \frac{p}{m}, a \frac{p}{k}$ a' $a \frac{1}{2}$	mP∞ P∞	a:∞a:nc a:∞a:c	Deutero-pyramide	Deutero-pyramide	Pyramide quadratique indefinie	Pyramide quadratique indefinie	Deutero-pyramide
<u>Dioctaèdres</u> forme oblique	hkl 212 213 312	$\frac{p}{h} \frac{p}{k} \frac{p}{l}$ $\frac{p}{h} \frac{p}{k} \frac{p}{l}$ $\frac{p}{h} \frac{p}{k} \frac{p}{l}$ $\frac{p}{h} \frac{p}{k} \frac{p}{l}$	mPn P2 $\frac{2}{3} P2$ $\frac{3}{2} P2$	a:ma:nc a:2a:c 3a:a: $\frac{2}{3}c$ 3a:a: $\frac{3}{2}c$	Hemidioctaèdre	dioctaèdre quadratique non orienté	Pyramide octogonale indefinie	Pyramide quadra- tique indefinie non orientée	Dioctaèdre



# Système quadratique

synonymie  $\left\{ \begin{array}{l} \text{quaternaire} \\ \text{tétraédral} \\ \text{pyram. diss.} \\ \text{mono dimétrical} \end{array} \right.$

$H_4 \quad 2L_2 \quad 2L'_2 \quad C \quad 2P \quad 2P' \quad \pi$

Il y a un axe quaternaire qui est nul de son espèce que nous prendrons comme axe vertical  $\underline{c}$ . au lieu de la symétrie tri quaternaire du système cubique, nous n'avons plus cette symétrie que deux axes nuls perpendiculaires qui se coupent à angle droit et qui sont égaux. Nous les prendrons comme axes horizontaux  $\underline{a}$  et deux autres axes binaires égaux et se coupant à angle droit: ce sont les bissectrices des deux premiers.  $a \perp \underline{c}$ .

Par définition les axes binaires de l'espèce joignent les centres des faces latérales parallèles et les axes binaires de seconde espèce joignent les milieux de 2 arêtes latérales opposées.

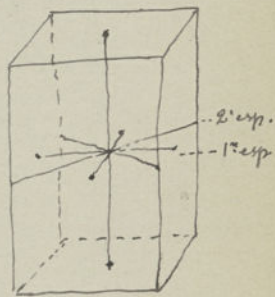
On peut considérer le système quadratique comme un cas particulier du syst. orthorhombique lorsque deux des axes deviennent égaux, c.à.d. lorsque l'angle du prisme fondamental devient droit, il se produit deux nouveaux plans de symétrie // aux faces du prisme. Mais ces nouvelles qui existent dans le système quadratique ont en outre d'une symétrie particulière un ensemble de propriétés pléyiques qui les distinguent nettement des corps orthorhombiques, ainsi le syst. quadratique est - et caractérisé par 3 plans de coordonnées et 3 axes se coupant à angle droit - les axes horizontaux étant égaux entre eux et l'axe vertical variable.

La forme primitive sera la pyramide à base carrée ou bien dans le système de Haumann le quadricoèdre qui coupe les 3 axes à la distance paramétrale.

Prisme droit à base carrée. (En. Rutilite - zircon).

En cette forme fondamentale on a :  
 4 arêtes verticales h égales entre elles puisque les angles dièdres  $\mu$  et  $\nu$  sont droits.  
 8 arêtes horizontales b égales entre elles puisque les angles dièdres  $\rho$  et  $\sigma$  sont droits.  
 8 angles solides a égaux puisque les angles plans des faces  $\rho$  et  $\sigma$  sont égaux.

Il y a 2 sortes de faces, les bases  $\rho$  et les faces latérales du prisme  $\mu$  -  
 Il dérive du quadrioctaèdre par une liaison calculée sur les arêtes horizontales : c'est le protoprisme -



- { apophyllite (hydronitrate d'al. Na K)
- { camérite (SnO<sub>2</sub>)
- { calomel (HgO)
- { idoocrate (grosit pyramidale)
- { rutile (TiO<sub>2</sub>)
- { zircon (nitrate de Zr)

Il n'y a que 5 formes primitives savoir :

- les bases  $\rho$
- un prisme  $\mu$  (tel que  $\mu$  et  $\nu = 90^\circ$ )
- un prisme octogonal régulier
- une pyramide octogonale qui n'est jamais régulière car les

2 formes a et b ayant les mêmes paramètres 1:1:c auraient les angles  $\alpha$  et  $\beta$  et  $\gamma$  et  $\delta$  et ces angles étant identiques les axes de a devraient être 1:1:mc  $\mu$  ayant la valeur irrationnelle  $\sqrt{2}$ . Il est évident que 2 formes cristallines composées l'une de mp. b, l'autre de h p a seraient absolument semblables et ne pourraient se distinguer. On remarque que dans un cristal qui posséderait toutes ces faces à la fois on pourrait prendre p et  $\mu$  et b n'importe lequel des 2 prismes et n'importe laquelle des 2 pyramides quadratiques.

une face peut être :  
 { oblique  
 { parallèle à l'axe quaternaire  
 { parallèle à un axe binaires de 2° espèce  
 { normale à l'axe quaternaire  
 { normale à l'axe binaires de 2° espèce



# Modifications sur les angles.

1<sup>o</sup> si l'un des angles est remplacé par 2 ou 3 faces (l'inclinaison) cette face sera donc également inclinée sur les 2 faces de la pyramide adjacente. on est conduit à un solide à 8 faces, à une deutéropyramide, c'est-à-dire un octaèdre à base carrée. Cinq faces irrégulières.

si l'on incline sur l'angle  $\alpha$  sur  $\pm$  inclinaison par rapport à l'axe vertical, on aura des octaèdres aigus ou obtus. sa notation est  $\alpha \frac{1}{2} \beta \frac{1}{2} h \frac{1}{2}$ .  $a \frac{2}{2}$ . ( $\frac{2}{2}$  entier de fractions)

Dans le quadrioctaèdre fondamental, on a  $h:1$  -  $a \frac{1}{2}$  : 8 faces égales entre elles qui sont des triangles isocèles. Exemple, le tétraèdre correspond aux deux centres des bases  $h$  et  $4$  latéraux correspondent aux centres des faces latérales du prisme. 12 arêtes, 8 calcaires et 4 latéraux.

Dans les quadrioctaèdres de 1<sup>o</sup> ordre ou protopyramides à faces coupées d'une verticale  $c$  à une distance différente de la distance paramétrale fondamentale le symbole général sera  $h : h : c : a : a : m$ . - Les octaèdres plus obtus que  $a$  ont un exposant entier et ceux plus aigus un exposant fractionnaire. Ex: Hydroxal, Carthésien, Zircon.

Les faces sont en zone avec  $ph$ . En: Hydroxal, Carthésien, Zircon apophyllite.

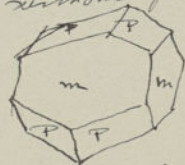
on trouve fréquemment la combinaison du quadrioctaèdre fondamental avec une autre pyramide. Il se produit une double facette sur les arêtes horizontales.

L'association du quadrioctaèdre fondamental III avec le prisme fondamental lorsque le 1<sup>o</sup> est prédominant donne un quadrioctaèdre dont les sommets horizontaux sont remplacés par une facette avec l'autre prisme à base carrée ou deutéropyramide, et sont les arêtes horizontales qui sont remplacés par une facette.

Si le prisme carré est prédominant on a un prisme surmonté par deux pyramides à 4 faces de la protopyramide.



P protopyramide fondamentale  
m. prisme fond. h' prisme (carré).



2<sup>o</sup> si l'un des sommets est remplacé par une face irrégulièrement inclinée sur les 3 faces du prisme et se produit le fait et on est conduit à un solide à 16 faces appelé diocataèdre ou encore pyramide octogone.

dont le symbole sera  $h^2 k^2$   $h^2 k$  - c'est la forme générale du système -

Le tout des pyramides dont le base est un octogone irrégulier et dont les 16 faces sont placées symétriquement 2 à 2 sur chacune des 8 arêtes solides du prisme primitif. On peut les considérer comme dérivant du quadrilatère fondamental dont les faces sont remplacées par un tétraèdre également incliné de 2 côtés.

Ex. Hédouan  
Zircon  
apophyllite  
Muscovite.

Avec les bases  $p$  on obtient comme combinaison un solide dont les sommets octogonaux sont remplacés par une facette octogonale  
Notation:  $h^2 k^2$   $h^2 k$   $h^2$ . cette forme n'a pas été décrite isolément mais seulement en combinaison avec le prisme à base carrée ou l'octaèdre -

### Modifications sur les arêtes. -

1) Si l'on remplace les arêtes  $b$  par une facette, elle sera parallèle à l'un des axes horizontaux et coupera les 2 autres à une distance égale de part et d'autre de la distance parallèle au vertex. ces faces seront en zone avec  $pm$  et auront pour symbole  $h^2 o k$  ou  $a^2 \frac{h}{c}$ ,  $a^2 m$ ,  $\frac{h}{c} Poo$  ou  $m Poo$   
 $a : 2a : \frac{h}{c} c$  ou  $a : 2a : mc$ .

$h^2 o k$   $h^2 k$   $h^2$   $h^2 \frac{h}{c}$ .  $\frac{h}{c}$  peuvent être entières ou fractionnaires

On aura conduit à un solide à 8 faces c'est-à-dire un quadrilatère qu'on distingue des arêtes en l'appelant quadrilatère de 2<sup>e</sup> arête ou deutéropyramide; il dérive aussi du quadrilatère fondamental par le remplacement de ses arêtes par une face disposée par suite à 45° de premier.

L'association de la deutéropyramide avec le prisme fondamental donne un octaèdre à 8 faces dont les arêtes verticales sont remplacées par des facettes.

L'association du tétraèdre  $m$  et du deutéropyramide  $h^2$  donne un solide à 8 faces dont 4 sont moins développés que les autres.

2) Sur les arêtes latérales ou de part du prisme fondamental il peut se présenter 2 cas.  
1) si une arête verticale se trouve remplacée par une facette elle sera également inclinée sur les 2 faces  $m$  adjacents et



conduira à un prisme droit à base carrée de symbole

$$1.0.0. \quad h' \quad \infty P \infty \quad a : \infty a : \infty c$$

on a alors un prisme quadratique de 2<sup>e</sup> ordre ou dièdre ou dièdre ou l'appelle parfois prismatoïde.

— 2<sup>o</sup>) si chaque arête  $h$  est remplacée par une face également inclinée sur les 2 faces  $m$  adjacentes et se produira 2 faces et l'on sera conduit à un prisme octogonal dont le symbole sera

$$\begin{array}{ccccccc} h \infty 0 & h & \frac{h+k}{h-k} & \infty P m & \frac{h}{R} & d : \frac{h}{k} m & a : \infty c \\ \text{melle} & \text{cuvy} & & & & & \end{array}$$

Or ce prisme les angles dièdres ne pourront former des angles solides eux. En retiré

on liant soudent ce prisme octogonal associé avec la pyramide octogonale celle-ci est prédominante (voir pp.) suivant le développement du prisme on peut avoir : 1<sup>o</sup>) une pyramide dont toutes les arêtes horizontales sont remplacées par une face (le  $\frac{h}{k}$ ) 2<sup>o</sup>) une pyramide octogonale dont 4 des angles solides de la base sont remplacés par 2 faces triangulaires.

avec la forme à base carrée, 4 des angles solides sont remplacés par une petite face carrée.

L'association avec la pyramide (quadrilatère de base) fondamentale se manifeste chez celle dernière par le remplacement des angles à 4 faces de sa base par 2 faces planes.

L'association de prisme octogonal et du prisme carré donne un prisme à 16 faces avec les 2 bases du prisme (prismatoïde de base).

Angle dièdre de l'octaèdre fondamentales chez un  
certain nombre de formes  
quadriculaires

Anatase	60° 58'	LiO <sup>2</sup>
apophyllite	51° 21'	nitrate double de K et Ca hydraté
Autunite	51° 25'	phosphates de Ca et U hydraté
Braunite	54° 19'	Mn <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
Colomal	66° 9'	HgCl.
Cassitérite	33° 55'	SnO <sup>2</sup>
Chiolite	47° 8'	silicate d'Al, Ca, Na
Fayasite	52° 45'	id.
Edingtonite	43° 29'	
Fergusonite	55° 40'	oxyde de Lanthane, Yttrium, Cérium
Gahnite	inconnu	nic. d'Al et Ca
Itauesmanite	58° 57'	Mn <sup>2</sup> O <sup>4</sup>
Malschkeite	60° 26'	
Lanthanite	(CO <sup>2</sup> Ca) inconnu.	
Melleite	36° 44'	
Nagayevite	61° 25'	
Phosgenite	47° 20'	chlorocarbonate de Pb
Rutile	32° 47'	TiO <sup>2</sup>
Sarcolite	41° 35'	hydrochlorate d'Al et Ca
Scaevolite	23° 45'	nitrate d'Al et Ca.
Scheelite	56° 1'	tungstate de Ca
Somervilleite	32° 51'	Silicate d'arsène d'Al, Fe et Ca, Mg, Na, K.
Stolzite	57° 27'	tungstate de Pb
Tin	21° 5'	
Torbenite	51° 25'	hydrophosphate d'U et Al
Covellite	44° 34'	Cu <sup>2</sup> S et Fe <sup>2</sup> S <sup>3</sup>
Muscovite	57° 33'	molybdate de Pb
Uvalent	41° 0'	phosphate d'Yttrium
Ziäcon	37° 38'	silicate de Zn
Ydocrase	28° 9'	Silicate d'Al et Ca.



# Hémicristal

Les formes hémicristales sont peu nombreuses et elles ne sont jamais bien développées; il peut exister à l'exception du premier à base carrée des formes hémicristales par développement de la moitié des faces de la forme holocristale.

La double pyramide à 8 faces donne une double pyramide à 4 faces.

L'hémicristal à faces inclinées donne le sphéroïde ou le tétraèdre usé, le trapezoïde à 8 faces et le scalénoèdre.  
 L'hémicristal à faces parallèles donne une double pyramide à 4 faces et un prisme à base carrée.  
 Le tétraèdre donne le tétraèdre ou le sphéroïde.

Hémicristal holocristal hémisymétrique.  $L_4 C_2 2 C_2 2 L_2$   
 Les centres et les plans de symétrie sont supprimés. Elle reproduit celles qu'elle les forme restreintes pour que la partie de la face est dans un plan de symétrie supprimé, les axes construits donnent tous les faces des formes possibles. Elle ne s'applique qu'au dioclase qui donne un solide à 8 faces 4 faces en haut construit et 4 faces en bas non parallèles.



Cette forme octaédrique n'a pas été rencontrée, ce qui n'a rien de remarquable car les formes quadratiques sont rares. Les 8 sommets du prisme fondamental pourraient être remplacés par 4 faces inégalement inclinées. 2 solides possibles: 1 et 1.

Parahémicristal  $L_4 C_2$ . - on supprime tous les axes binaires, l'axe quaternaire seul existe; on supprime 2 des axes ternaires, l'axe quaternaire devient l'axe et on a une

$L_4 C_2 \quad 2 C_2 \quad C \quad 2 P \quad \pi(3)$   
 ou  $L_4 C_2 \quad 2 C_2 \quad C \quad 2 P' \quad \pi(4)$

molécule beaucoup non principale. Mais ces modes ne sont pas du système quadratique, c'est le système orthorhombique avec une égalité accidentelle de 2 des paramètres ce qui n'arrive pas; ces 2 derniers cas sont donc à supprimer.

Les dioclases sont soumis à cette hémicristal et donneront un solide à 8 faces.

Les arêtes ont deux faces ppd. avec plan de symétrie  
 n'apparaissent ni seront pas affectés par cette hémiedrie.

Les prismes octaédriques sont ramenés à des prismes  
 quadratiques, on aurait sur le prisme quadratique fonda-  
 mental ou sur h' des tronçatures obliques dont l'angle  
 serait  $\angle$  que celui de m et de h'.

Anti-hémiedrie.  $\Delta_4$  2P' 2P. (anti-dômes<sup>2</sup> supprimés); hémiedrie ppd. de dichogonisme  
 $\Delta_2$  2h<sub>2</sub> 2P' (2 axes d'axe —) } molécule hémiedrie non  
 $\Delta_2$  2h' 2P (id.) } principale de dichogonisme

Le 1<sup>er</sup> mode est possible mais n'a pas été observé; de la même  
 manière l'axe est une ligne ayant une direction déterminée  
 dont les extrémités ne sont pas les mêmes; toutes ces cristallisations  
 sont d'ailleurs pyroélectriques.

Ex. Laurmaline, Calomine  
 nielles sont conductrices et sont électro-positives  
 le prisme n'est pas affecté puisque les faces sont ppd.  
 au plan  $\pi$  supprimé; on aurait les 8 faces sup. du  
 dièdre ou les 4 faces sup. de l'octaèdre.

Les 2 autres cas rentrent de la même. Le prisme n'est pas  
 affecté par le plan  $\pi$  et supprimé et que les faces m, h' de  
 sont ppd au plan supprimé. Le 1<sup>er</sup> s'applique aux  
 tétraèdres et aux dièdres, le 2<sup>o</sup> aux deutéro-  
 pyramides et aux octaèdres.

a) L'octaèdre donne un solide à 4 faces, tétraèdre, appelé  
 sphaéroèdre. - Axes 3 1+ et 1-.

L'octaèdre aura avec le prisme deux un prisme  
 prédominant dont 4 sommets et en haut et en bas non  
 correspondants sont remplacés par une facette trian-  
 gulaire.

Autrement n'est le sphaéroèdre prédominant. Ces sommets ou  
 arêtes remplacés par des facettes réunissent qu'on a le  
 prisme dérivé h' ou le fond<sup>te</sup> m.

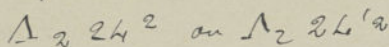
Avec le deutéropyrisme et le sphaéroèdre, 4 des arêtes  
 sont remplacées par 4 faces n'est la deutéropyra-  
 mide qui prédomine.

b) Le dièdre donne un solide à 8 faces non  
 parallèles: scalénoèdre pyramidal  
 La combinaison avec le deutéropyrisme prédominant  
 donne un solide dont les 2 angles solides sup. ad

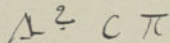


sont remplacés par 4 faces triangulaires -

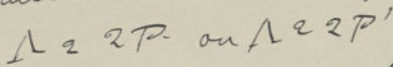
on pourrait encore avoir



en supprimant les plans de symétrie ( molécule hémisphérique non papale hémisymétrique - qui rentrent ds le syst. orthorhombique )



molécule tétraédrique centrée qui est ds le syst. cubique -



molécule tétraédrique dichirale, qui rentrent ds la catégorie du syst. tétragonal -

$\Delta_2$   
ni la molécule est tétraédrique hémisymétrique qui rentre ds le syst. cubique -

---