

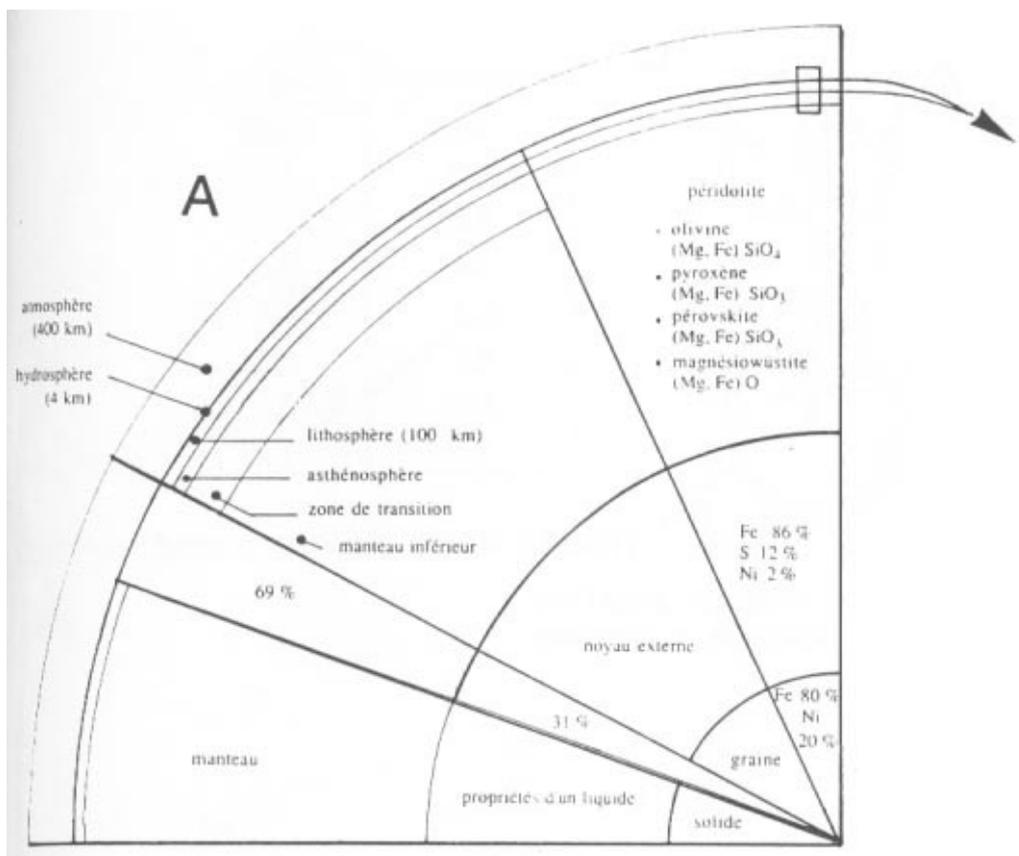
## Chapitre 1 :

### Croûte terrestre : structure et composition.

#### I\ Généralités.

##### A\ Les enveloppes terrestres.

###### 1\ L'organisation concentrique.

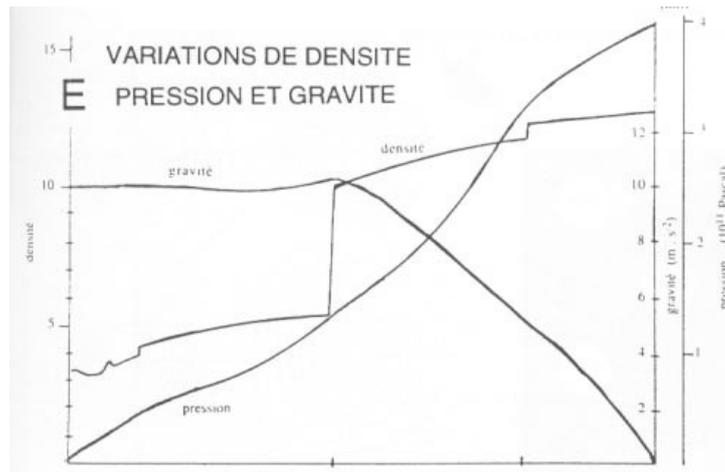


- Atmosphère : 400km d'épaisseur.
- Hydrosphère : environ 4km d'épaisseur, non continue.
- Croûte : environ 30km d'épaisseur. Constituée par : Si, O, Al. Densité de 2,7.
- ----- DISCONTINUITÉ DE MOHO -----
- Manteau : jusqu'à 2900km de profondeur. Densité d'environ 3,3. Constitué par Si, Al, Fe et Mg. Ces minéraux constituent essentiellement de l'olivine et du pyroxène ( $MgFeSiO_3$ ) qui eux-mêmes constituent la pyrolite (à l'origine des magmas supérieurs). Les mailles se condensent avec la profondeur. Encore plus profond, présence de spinelle qui a des réseaux moins lâches que ceux de la pyrolite.

- ----- DISCONTINUITÉ DE GUTENBERG -----
- Noyau externe : Fe, S, Ni.
- ----- DISCONTINUITÉ DE LEHMAN -----
- Noyau interne (graine) : Fe (80%), Ni (20%).

Masse (croûte + manteau) : 69% de la Terre.  
 Masse (noyau) : 31% du total de la Terre.

## 2\ Propriétés physiques.

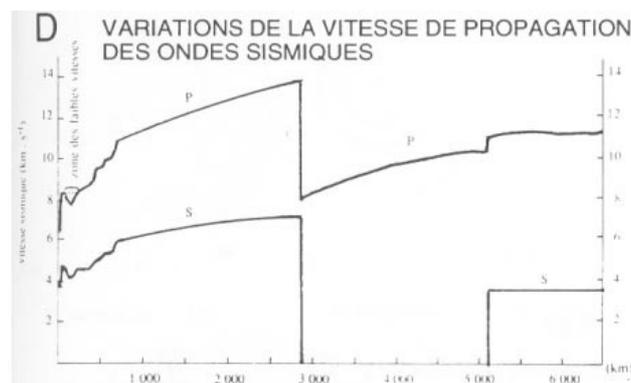


- Pression ( $P^\circ$ ) : essentiellement, une pression lithostatique (poids de la colonne de roches au-dessus).  $4 \times 10^{11} \text{ Pa}$  au centre de la Terre.
- Densité ( $d$ ) : la densité augmente avec la profondeur et dépend de la nature chimique des matériaux. Il y a un premier palier vers 200 km de profondeur. L'augmentation redevient régulière jusqu'à la limite manteau/noyau (-2900 km) et reprend en s'accroissant au niveau de la discontinuité de Lehman.
- La force g (de gravité) : elle est à peu près constante jusqu'au noyau et diminue jusqu'à 0 (jusqu'au centre).

## B\ Structure sismologique de la Terre.

### 1\ Nature des ondes P, S et L.

Les ondes P se propagent dans tous les matériaux.  
 Les ondes S ne se propagent pas dans les liquides.



Les ondes P ont une augmentation régulière jusqu'au Moho puis marquent un palier. Elles restent constantes jusqu'à présenter une chute de leur vitesse : elles marquent ainsi la zone de faible vitesse (= LVZ : Low Velocity Zone).

Ces ondes marquent trois paliers :

- 1<sup>er</sup> palier au passage olivine + pyroxène / spinelle.
- 2<sup>ème</sup> palier au niveau de la discontinuité de Gutenberg où la vitesse chute jusqu'à 8km.s<sup>-1</sup> (passage dans un corps semi-liquide) puis petite réaugmentation à -5100km où elles marquent le troisième palier.

Les ondes S : elles confirment ce qui est montré par les ondes P ; une augmentation de la vitesse, présence de la LVZ puis à nouveau trois paliers et enfin le manteau. Elles s'annulent dans le noyau externe et réapparaissent dans la graine.

Surface de la Terre.



Centre de la Terre.

- Lithosphère (environ 100km)
- Asthénosphère : de -100 à -300km ; la vitesse diminue. 6% des matériaux y sont liquides. C'est une zone déformable.
- Mésosphère (le reste du manteau) : zone où la vitesse augmente.
- Noyau externe.
- Graine.

Le noyau externe est parcouru de courant électrique. La graine est comparée à du « fer doux ». Elle fonctionne un peu comme une dynamo : elle provoque des champs magnétiques.

## III Composition de la croûte terrestre.

### A\ Substances chimiques.

	% en poids	% en volume
O	46,6	93,8
Si	27,7	0,8
Al	8,1	0,5
Fe	5,0	0,4
Ca	3,6	1,0
Na	2,8	1,3
K	2,6	1,8
Mg	2,1	0,3

COMPOSITION CHIMIQUE DE LA CROÛTE

### 1\ Répartition naturelle.

#### a\ Les huit éléments principaux.

Ces huit éléments comptent pour 98% du poids total de la croûte.

- Le plus abondant est l'oxygène, que ce soit en masse ou en volume. La croûte est aussi appelée oxysphère.
- Si : 27,7%
- Al : 8,1%
- Fe : 5,01%
- Mg : 2,1%

- K : 2,6%
- Ca : 3,63%
- Na : 2,85%.

### b\ Les autres éléments.

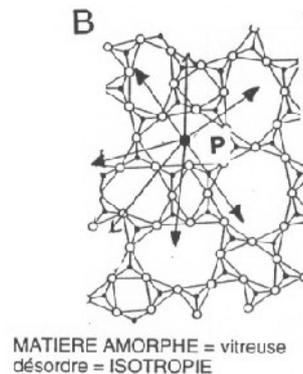
- Quand le pourcentage est compris entre 0,1 et 1%, on appelle ces éléments des éléments mineurs : Ti, P, H.
- Quand le pourcentage est inférieur à 0,1%, on appelle ces éléments des éléments en traces : Cu, Zn, Pb, Ag, Au.

=> **L'élément fondamental est le silicium ( Si ). Il permet la géochimie du Si et la formation du groupe des silicates.**

## 2\ Agencement de la matière minérale.

Présent sous deux aspects ordonnés (cristallisé) et désordonné (amorphe).

### a\ État amorphe

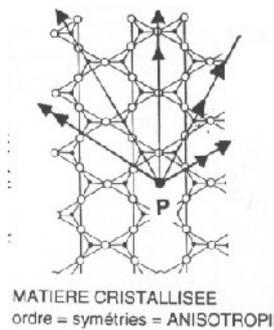


Exemple : Si dans les silex, dans l'agate.

Magma liquide constitué d'ions (mobiles et avec énergie) qui peuvent commencer à s'organiser : on va avoir des groupements mobiles les uns par rapport aux autres, qui vont se figer et leur énergie va baisser. On va obtenir un système stable qui atteindra un équilibre. Le résultat sera l'obtention d'une matière vitreuse.

Exemple : l'obsidienne, quand quelques cristaux sont apparus, on arrive au Pechtein.

### b\ Matière en état ordonné.



Ici, on a un refroidissement lent où l'énergie cinétique diminue jusqu'à disparaître. Le réseau est alors parfait et la matière est bien cristallisée.

### c\ Conséquences sur les propriétés de la matière.

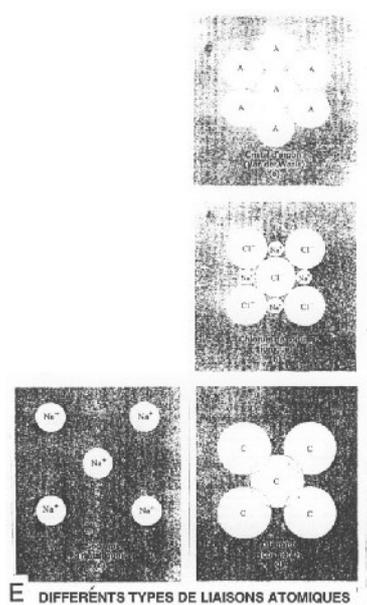
- La matière amorphe, isotrope. Les propriétés vectorielles sont identiques.
- La matière cristallisée est anisotrope : les propriétés vectorielles sont différentes dans la matière. Il y a une exception à ceci, quand les cristaux sont cubiques.
- Périodicité (répétition) avec des éléments de symétrie. Les ions se disposent de façon géométrique, selon un réseau à 3 dimensions : donc, les plans de densité ionique augmentent.
- Lorsque des plans de densité ionique sont faibles, il va y avoir apparition de faiblesse et donc de clivages (de cassures).
- Si la densité ionique est égale partout, il n'y a pas de cassure (comme par exemple, dans le quartz).

## 3\ Logique de l'état cristallin.

### a\ Liaison de NaCl.

Le sodium et le chlore sont liés par une liaison atomique.

### b\ Autres types de liaisons.



Dans un minéral, il n'y a pas qu'un seul type de liaison. On peut trouver des liaisons : métalliques, covalentes, de Van Der Waals.

Dans le cas du diamant, tous les atomes de carbone ( C ) sont liés par liaison covalente. Ce sont ces liaisons qui permettent au diamant d'être un des plus durs minéraux au monde.

La liaison la plus répandue dans le monde minéral est la liaison ionique.

## 4\ Coordination.

### a\ Principe de la liaison.

L'agencement géométrique des ions dans le minéral dépend de deux principaux facteurs :

- la taille des ions;
- la valence des ions (électronégativité).
  - Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> ne peuvent se substituer.
  - Na<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup> ne peuvent se substituer.
  - Mg<sup>2+</sup> et Fe<sup>2+</sup> ne peuvent se substituer.
  - Al et Si ne peuvent se substituer.

La taille définit la figure géométrique (sa forme).

### b\ Motifs ioniques élémentaires.

Nombre de coordination	rapport-limite $r_c / r_a$	polyèdres
3	0,155	
4	0,225	
6	0,414	
8	0,732	
	1,0	

**B**

[CO<sub>3</sub>]<sup>2-</sup> : triangle; 2 [SiO<sub>4</sub>]<sup>4-</sup> : tétraèdre.  
 [Na<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>] : octaèdre; 4 [Cs<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>] : cube.

**MOTIFS IONIQUES ELEMENTAIRES**  
 (Règles de Pauling)

La règle de Pauling donne :  $R_c / R_a$  .

- Si  $0,105 \leq R_c/R_a \leq 0,225$  : la figure est triangulaire (polyèdre de coordination). Petit cation au centre. Exemple : CO<sub>3</sub> : motif élémentaire.
- Si  $0,225 \leq R_c/R_a \leq 0,414$  : la figure est un tétraèdre. Le cation est au centre avec 4 anions autour (le nombre de coordination est 4). Exemple : SiO<sub>4</sub>, le motif élémentaire des silicates.
- Si  $0,414 \leq R_c/R_a \leq 0,732$  : la figure est un octaèdre. La cation est au centre, associé à 6 anions. Exemple, le NaCl.
- Si  $0,732 \leq R_c/R_a \leq 1$  : la figure est un cube. On trouvera un cation pour 8 anions. Exemple : Cs<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup> (chlorure de césium).

=> Ces quatre formes sont des structures élémentaires.

## B\ Les cristaux.

### Définition.

Un cristal est un solide minéral, naturel, homogène, ordonné à l'échelle atomique et défini par une composition chimique précise. Ce cristal est limité par ses faces généralement planes, faisant entre elles des angles parfaitement définis. Les cristaux se forment à partir de liquides fondus et de vapeurs.

### 1\ Cristallisation expérimentale.

C'est une cristallisation à partir d'un liquide amorphe qui sera soit une solution d'ions soit un liquide en fusion haute température (HT). La cristallisation est l'apparition, dans un liquide amorphe, d'une phase ordonnée (cristalline).

Ce mécanisme comprend deux phases successives : la germination (ou nucléation) et la croissance. Les températures et la composition jouent un rôle prépondérant dans cette cristallisation (la pression est, elle, peu importante).

#### a\ Surconcentration de solution.

Le liquide amorphe est une solution d'éléments chimiques dissous dans l'eau. Si la solution est saturée, elle contient un grand nombre d'ions (son maximum). Un cristal placé dans une solution saturée ne peut ni croître ni se dissoudre (décroître).

La cristallisation d'une solution se produit si il y a sursaturation (on « dépasse » le degré de dépassement). Pour que celle-ci se produise, elle doit atteindre son entropie minimale (état stable). On obtient un résultat par évaporation et l'on a deux cas possibles :

- Si la surconcentration est faible, il y a peu de germes mais qui atteindront la taille critique (germe de grande taille). Présence de peu de cristaux mais de grande taille.
- Si la surconcentration est forte, il y aura de nombreux nucléi à la taille critique : on obtiendra au final des cristaux très petits et très nombreux.

#### b\ Refroidissement de liquide en fusion.

Il existe trois types de refroidissement :

- brutal : les ions et les éléments sont figés brutalement dans leur position. Il n'y a pas de cristallisation ;
- rapide : les ions s'organisent, les germes seront très petits et très nombreux;
- lent : les germes ont une grande taille, une taille critique. Les cristaux seront gros et peu nombreux.

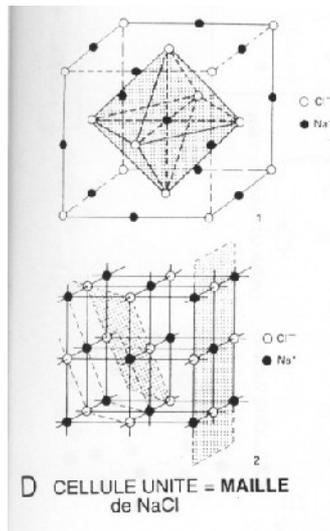
Les magmas qui arrivent en surface sont bien sûr passés d'abord en profondeur. Dans ces conditions, quelques gros cristaux se sont formés. Dans la remontée par la cheminée, il y a eu apparition de nombreux petits cristaux et lorsque ce magma atteint finalement en surface, il y a formation de verre.

### 2\ Niveaux de cristallisation.

#### a\ Notion de maille cristalline.

Une maille (cristalline) est la plus petite partie d'un minéral qui puisse exister. Elle forme une figure géométrique telle que sa répétition dans l'espace donne un cristal visible.

Exemple :

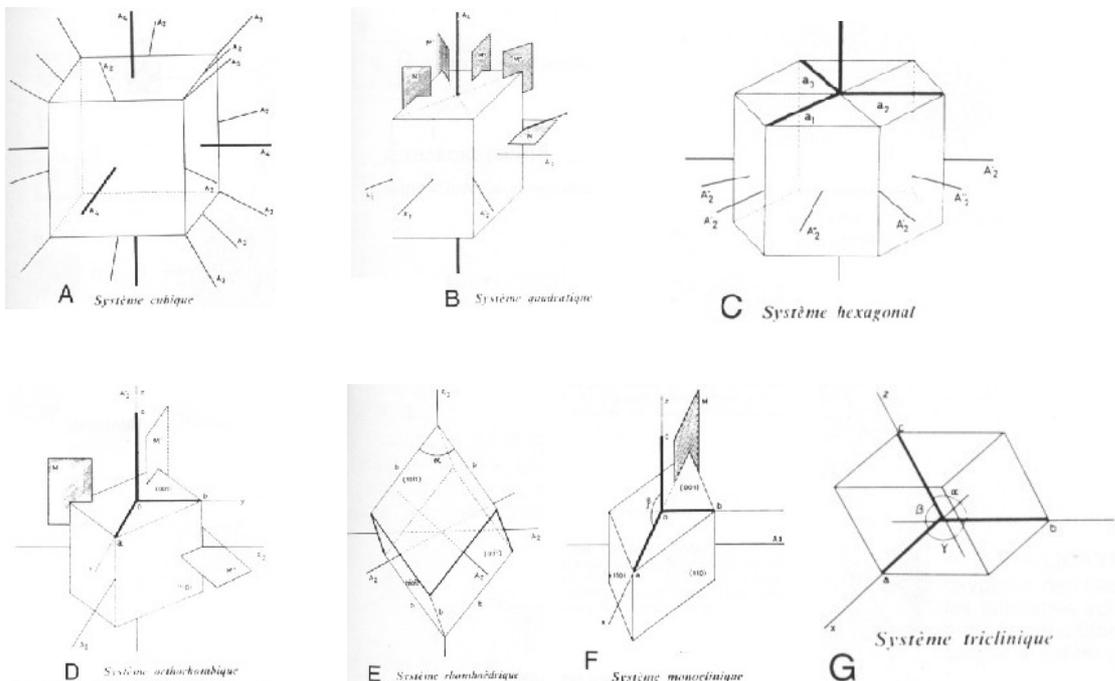


C'est la plus petite cristallisation cubique.

### b\ Réseaux cristallins.

Un réseau cristallin est constitué par la répétition dans l'espace de la cellule unité de la maille.

### c\ Les 7 systèmes cristallins.

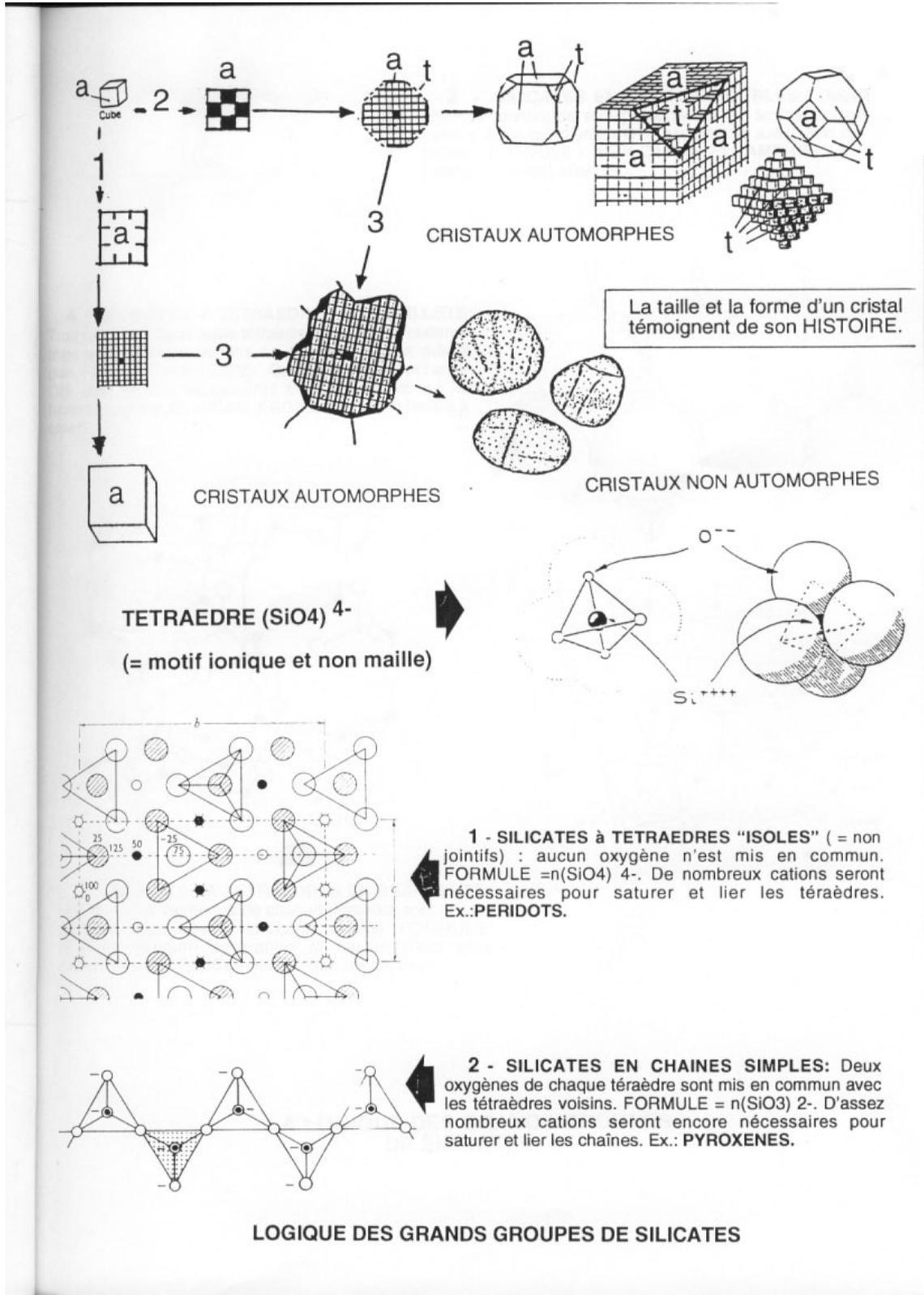


Toutes les mailles des minéraux se regroupent en 7 systèmes cristallins ; ce sont les 7 formes primitives.

- Le système cubique (ex : NaCl).
- Le système quadratique : prisme droit à base carrée.
- Le système hexagonal : prisme droit à base hexagonale.
- Le système orthorhombique : prisme droit à base de losange.
- Le système monoclinique : prisme NON droit à base de losange.
- Le système rhomboédrique : prisme dont toutes les faces sont des losanges (ex : la calcite,  $\text{CaCO}_3$ ).
- Le système triclinique : forme quelconque, inclinée dans trois directions.

Tous les systèmes cubiques dont la maille est cubique n'auront pas forcément une forme cubique. Ces sept systèmes sont divisés en 32 groupes de symétrie. Dans la calcite, il n'y a pas de plan de symétrie.

### 3) Croissance du cristal.



### **a\ Les cristaux automorphes de « forme primitive ».**

Leur sens est 1,1', 1". Dans chaque sens, on ajoute le même nombre de cube. On arrive à une croissance plus grande sur les sommets que sur les faces. On obtient donc, des cubes.

### **b\ Les cristaux automorphes dérivés par troncature.**

La croissance de ces cristaux est identique vers les sommets et les faces. Les sommets sont ensuite tronqués (d'où le terme de troncature) de façon triangulaire. On obtient un cube avec 6 grandes faces et 8 petites. C'est le cas des minéraux cubiques et octaédriques.

### **c\ Les cristaux xénomorphes (de forme quelconque).**

Ces cristaux peuvent résulter de deux phénomènes :

- être obtenus par érosion ;
- le minéral, pendant sa croissance, prend la forme de la cavité qui l'entoure.

Les premiers cristaux qui se forment sont automorphes. Les derniers seront xénomorphes.

## **4\ Propriétés cristallines et réseaux.**

### **a\ Densité.**

La densité dépend de l'élément chimique, du degré de compaction. Plus le réseau est serré, plus il est dense.

### **b\ Dureté.**

La dureté dépend du réseau. Un minéral tendre est par exemple le talc. Le plus dur est le diamant. Il existe une échelle qui dépend des liaisons (leur nombre, leur type). En général, il existe des plans de cassures :

- cassures irrégulières, comme dans le quartz ;
- cassures régulières, planes : on les appelle des plans de clivage, comme dans le cas des micas.

### **c\ Éclat et couleur.**

L'éclat dépend de la face et des plans de clivage.

La couleur est due à l'absorption de minéraux, ce qui donne une couleur plus ou moins caractéristique. Parmi les minéraux sombres, on trouve les pyroxènes et les amphiboles. Des minéraux clairs peuvent être des feldspaths, du quartz, de la calcite...

La couleur est liée aux inclusions d'autres éléments chimiques dans le minéral. Les propriétés optiques des minéraux sont basées sur la vitesse de propagation de la lumière dans le minéral (on compte trois axes de vitesse).

### **d\ Luminescence.**

Selon l'éclairage, on observe différents phénomènes.

### **e\ Macle et épitaxie.**

La macle : c'est l'association de deux ou plusieurs cristaux d'un même minéral selon une loi géométrique qui mettent en commun une face ou un élément de symétrie.

L'épîtaxie : c'est l'association de cristaux appartenant à des espèces minérales différentes. Ces associations produisent des curiosités minéralogiques.

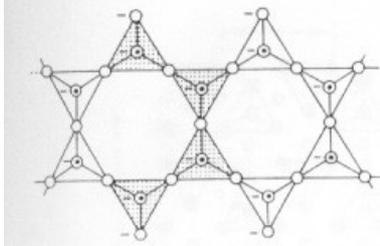
## C\ Substances minérales.

### Définition :

Un minéral est une substance naturelle de composition chimique et de structure atomique bien définie qui se présente souvent sous forme de cristaux. On connaît 1500 à 1800 espèces minérales. 200 sont relativement connues. On trouve dans ces minéraux 8 éléments chimiques fondamentaux, produisant des assemblages distincts.

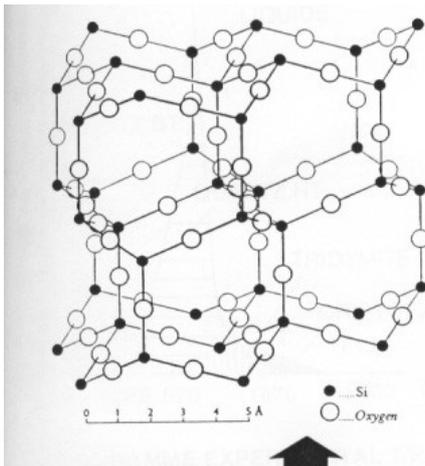
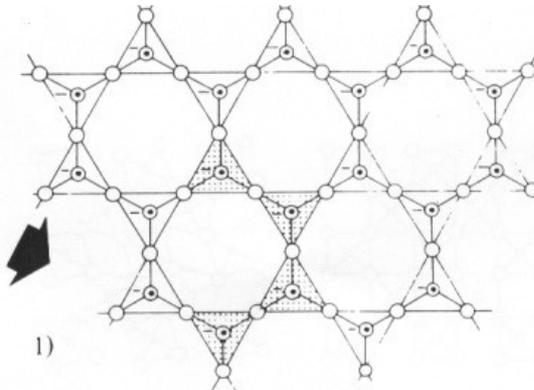
### 1\ Les silicates.

Revoir le document précédent.

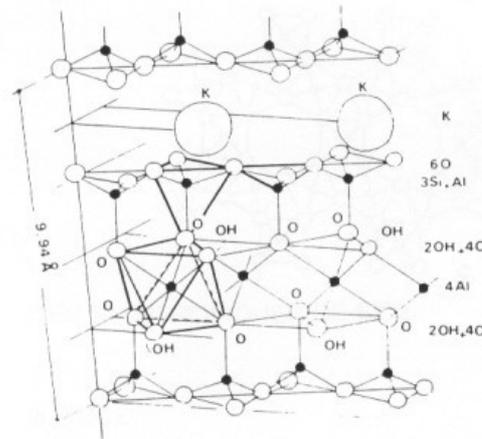


**3 - SILICATES EN CHAINES DOUBLES:** Deux chaînes identiques aux précédentes se soudent. Des cations ainsi que l'anion OH<sup>-</sup> assurent la saturation de l'édifice. FORMULE =  $n(\text{Si}_4 \text{O}_{11})^{6-}$ . Ex.: **AMPHIBOLES** (cristaux souvent allongés).

**4 - SILICATES A TETRAEDRES EN FEUILLETS:** Trois oxygènes de chaque tétraèdre sont mis en commun avec les tétraèdres voisins se situant dans un même plan. FORMULE =  $n(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$ . Quelques cations et l'anion OH<sup>-</sup> sont encore nécessaires pour saturer et lier les feuillets Ex.: **TALC, MICAS, ARGILES** (cristaux faciles à cliver).



**5 - SILICATES A TETRAEDRES EN CHARPENTE:** Les QUATRE oxygènes de chaque tétraèdre sont mis en commun avec quatre tétraèdres voisins. FORMULE:  $n(\text{SiO}_2)$ . Aucune saturation ni liaison n'est plus nécessaire. Ex.: **SILICE** (cristaux très résistants).



## a) Tétraèdre, SiO<sub>4</sub>, motif ionique élémentaire.

Si est tétracoordonné et forme (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup>. Ces tétraèdres ne peuvent s'assembler que par les sommets.

## b) Modalités d'assemblage.

- Les tétraèdres isolés (néosilicates). Cas des péridots (olivine). Ils ne s'assemblent pas et les charges sont saturées par Fe et/ou Mg. SiO<sub>4</sub>Mg<sub>2</sub> = sforsstérite (verte), SiO<sub>4</sub>Fe<sub>2</sub> = fayalite (noire). Mg et Fe sont environ de la même taille. Ce sont des roches volcaniques. La formule est : SiO<sub>4</sub>(Mg, Fe)<sub>2</sub>. Ils sont importants pour les phénomènes d'altération par la présence de deux cations. Grenat, zircon, topaze, sphène, andalousite, silimanite et disthène sont dans ce cas.
- Les silicates en chaîne ou ruban : les **Inosilicates**.
  - Chaîne simple (pyroxène) : mise en commun de deux de leurs sommets : SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. La nature du cation détermine la couleur. Ils sont orthorhombiques ou monocliniques, vert sombre ou noirs et trapus.
  - Ruban (amphibole), double chaîne : un tétraèdre sur deux met en commun trois de ses sommets. La formule est (Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>)<sup>6-</sup>. Dans l'hexagone, il y a presque toujours un ion OH<sup>-</sup>, ce qui donne (Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>OH)<sup>7-</sup>. Si on a Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub>(OH)<sub>2</sub>Mg<sub>7</sub>, ceux-ci sont moins altérables que les « isolés ». Ils forment une aiguille, il y a troncature sur deux angles, Ce sont des roches magmatiques et métamorphiques.
- Tétraèdres en feuillets (phyllosilicates). Ces tétraèdres mettent en commun trois sommets et dessinent des feuillets hexagonaux de tétraèdres. Leur formule de base est (Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)<sup>2-</sup>. Pour un hexagone (Si<sub>6</sub>O<sub>15</sub>)<sup>6-</sup>. Dans les phyllosilicates, il y a superposition des feuillets, Des exemples de minéraux de ce type sont le mica noir (biotite, Fe), le mica blanc (muscovite, K). L'aluminium se dispose pour être au centre d'un octaèdre. Les liaisons entre deux groupes se font grâce au K<sup>+</sup> au lieu où le clivage est très facile à rompre. On trouve par exemple, le talc, les micas et les argiles.
- Les silicates en charpente ou « **tectosilicates** ». Ces formes mettent en commun 4 sommets. Elles sont très dures. On retrouve, la silice, le feldspath, le quartz. La formule de base est : n(SiO<sub>2</sub>).

## 2) Diversité des substances silicatées.

### a) Isomorphisme. Exemple des péridots.

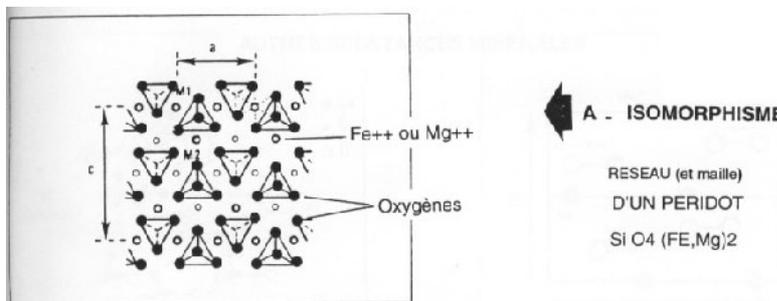
Définition : même forme mais composition différente. Mg et Fe se remplacent très bien car ils ont à peu près la même taille. Les péridots varient de :

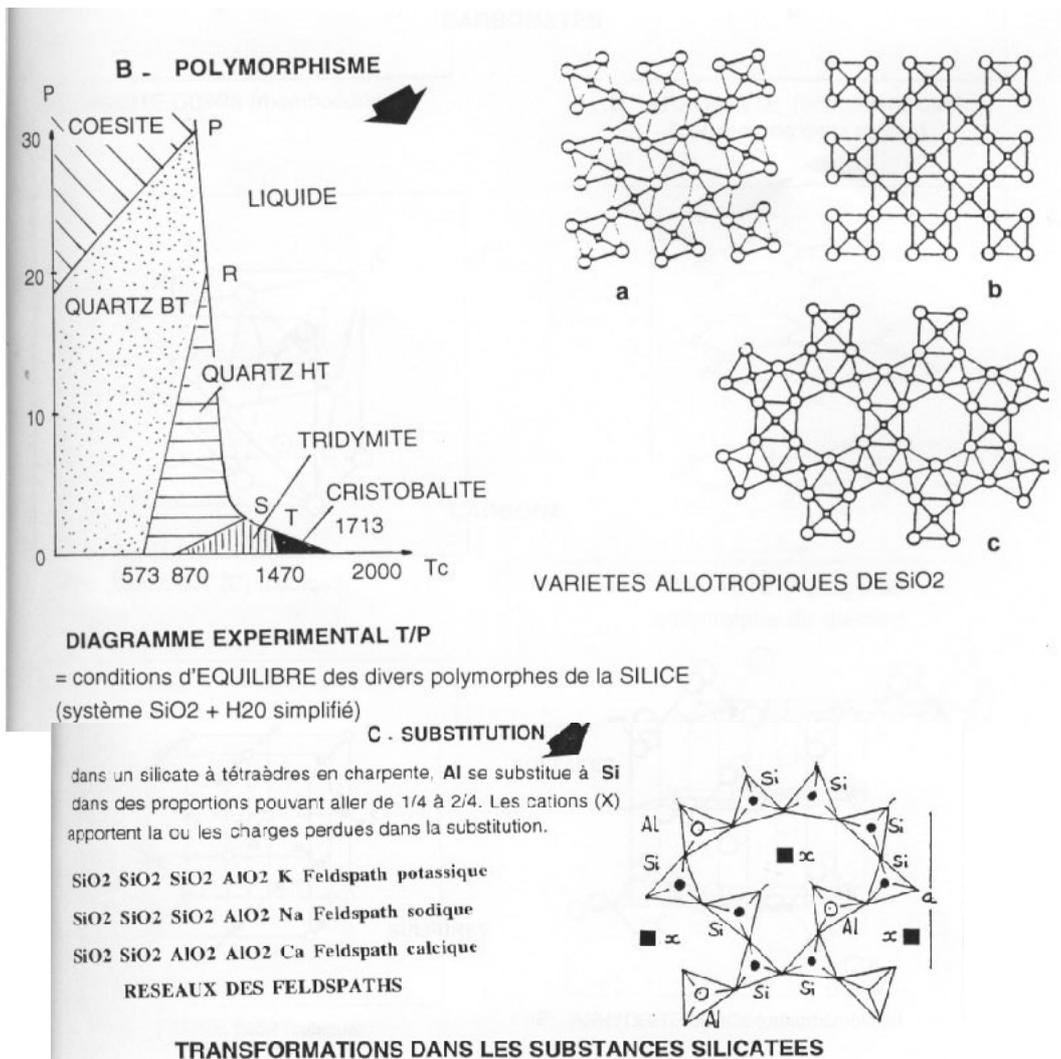
Mg 100%  
Fe 0%



Mg 0%  
Fe 100%

### b) Polymorphisme. Exemple de la silice.





**Définition** : on retrouve dans ce cas la même composition mais une forme différente.

On peut citer le quartz BT ( $\alpha$ ) qui est rhomboédrique alors que le quartz HT ( $\beta$ ) est hexagonal. Dans le cas de la tridymite, celle-ci est hexagonale alors que la cristobalite est cubique. La coésite est monoclinique. Toutes les formes citées sont des formes naturelles.

On trouve six domaines de stabilité, séparés par une courbe de transformation (sur la courbe, passage de l'un à l'autre). Dans la limite des domaines, il y a deux degrés de liberté. Sur la courbe, on a les deux polymorphes et il n'y a plus qu'un seul degré de liberté. Les points P, R, S et T, dits invariants, n'ont aucun degré de liberté.

La règle de phase est :  $v = c + 2 - \phi$ .

« C » est ici pour SiO<sub>2</sub> = 1.

« 2 » est un nombre paramètre pouvant changer

«  $\phi$  » est le nombre de phases de polymorphie.

Quand un polymorphe est dans une roche, on l'utilise comme baromètre et thermomètre géologique. Si on se trouve sur un point invariant, on aura « précisément » la température et la pression. La roche sera dite « roche index ».

### c\ Substitution (Si par Al).

Il existe trois règles.

- Pour que deux ions puissent se remplacer dans un cristal, il faut que leur rayon ionique soient différents de moins de 15%.
- Lorsque deux ions ont la même charge électrique et des rayons ioniques différents (comme Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>),

c'est celui qui a le PLUS PETIT rayon qui sera incorporé.

- Quand deux ions ont le même rayon, c'est celui qui a la PLUS GRANDE charge qui est incorporé.

Si : 0,38Å et Al : 0,45Å

- **Les feldspaths alcalins (orthoclases).**

On remplace un Si par un Al dans un tétraèdre sur 4.

->  $(\text{SiO}_2)_3\text{AlO}_2\text{K}$  => feldspath potassique, « orthose », « samidine ».

->  $(\text{SiO}_2)_3\text{AlO}_2\text{Na}$  => feldspath sodique, « Albite ».

A 1000°C, on peut avoir un cristal mixte (NA et K présents) mais Na : 0,97Å et K : 1,33Å (plus de 15%).

Quand la température devient inférieure à 600°C, ce cristal mixte ne peut plus exister et il va y avoir séparation de Na et de K : c'est le phénomène de démixtion. Un cristal qui a subi une démixtion est un cristal dans lequel des parties (tâches) appartiennent à un autre cristal (mélange) : ce sont les perthites.

- **Les feldspaths calcosodiques (plagioclases).**

->  $\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8\text{Ca}$  : feldspath calcique dans les roches volcaniques : l'Anorthite.

-> Les plagioclases sont dans certains cas, une série mixte avec du Ca et du Na à haute température. Ils ont une macle en alternance (bande noire, bande blanche observées en lumière polarisée analysée).

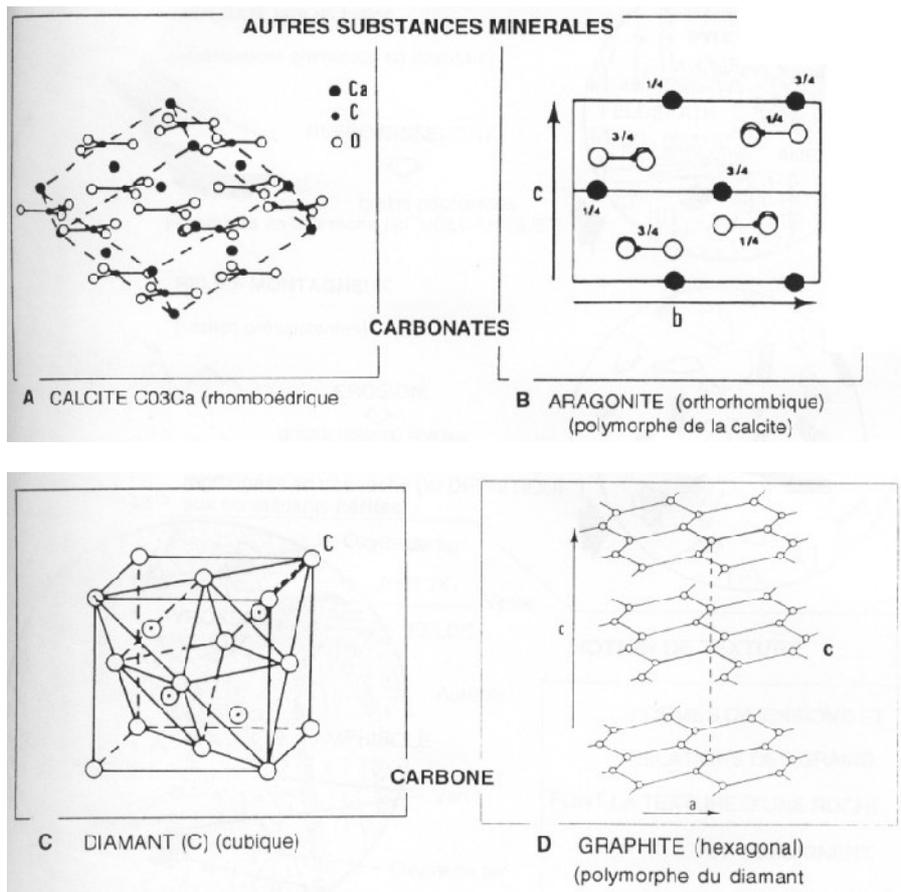
- **Les feldspathoïdes.**

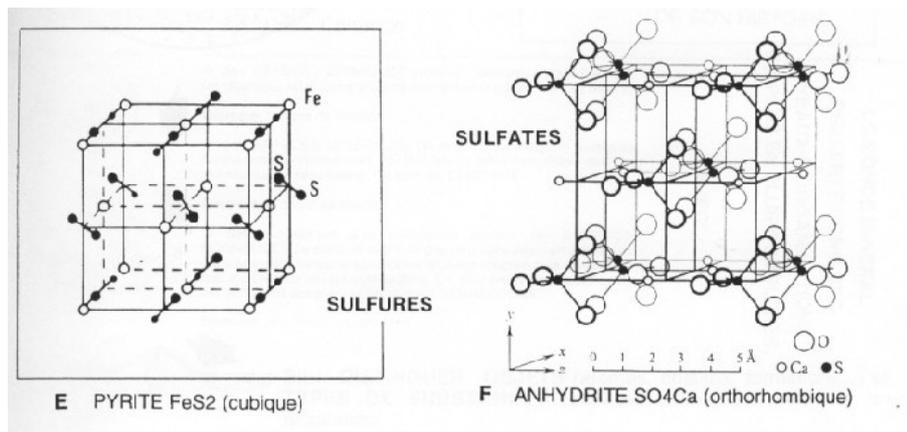
-> Il y a remplacement d'un Si par un Al :  $\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_6\text{K}$  => la Leucite (retrouvée dans la lave du Vésuve).

->  $\text{SiAlO}_4\text{Na}$  : la Néphéline (minéral blanc et complexe des roches volcaniques).

=> Ces feldspathoïdes sont des roches à déficit en Si.

### 3\ Autres substances minérales





- **Les carbonates.**

- La Calcite : rhomboédrique, stable, densité = 2,7.
- L'aragonite : orthorhombique, d = 2,9, instable et pourtant c'est la plus facile à réaliser. A basse température, elle donnera de la calcite. L'aragonite constitue la coquille des êtres vivants. Après leur mort, ce minéral donnera de la calcite.

- **Le carbone.**

- Le diamant : très dur, cubique. Il est souvent sous forme d'octaèdre/ On le retrouve dans les milieux HT, HP (haute température, haute pression), dans les vieux volcanismes.
- Le graphite : il est très tendre, polymorphe du diamant. Les liaisons dans un feuillet sont très dures mais entre les feuillets, l'attraction est très faible et provoque donc une fragilité. Il est retrouvé dans les roches de HP.

- **Le sulfure.**

On citera la pyrite, de couleur jaune d'or, qui est retrouvée dans les roches métamorphiques. FeS<sub>2</sub> est cubique.

- **Les sulfates (en SO<sub>4</sub>Ca).**

Généralement orthorhombiques, les liaisons sont réalisées grâce au Ca<sup>2+</sup> ; se retrouve dans les évaporites. Cette anhydrite peut s'hydrater pour donner du gypse. Quand ce dernier est déshydraté, il forme une poudre blanche qui réhydratée donne le plâtre. Le passage de l'anhydrite au gypse provoque une augmentation du volume où les lamelles glissent les unes par rapport aux autres. Ceci provoque l'instabilité des sols où elle est retrouvée.

## D\ Du minéral à la roche.

### 1\ Distinction minéral / roche.

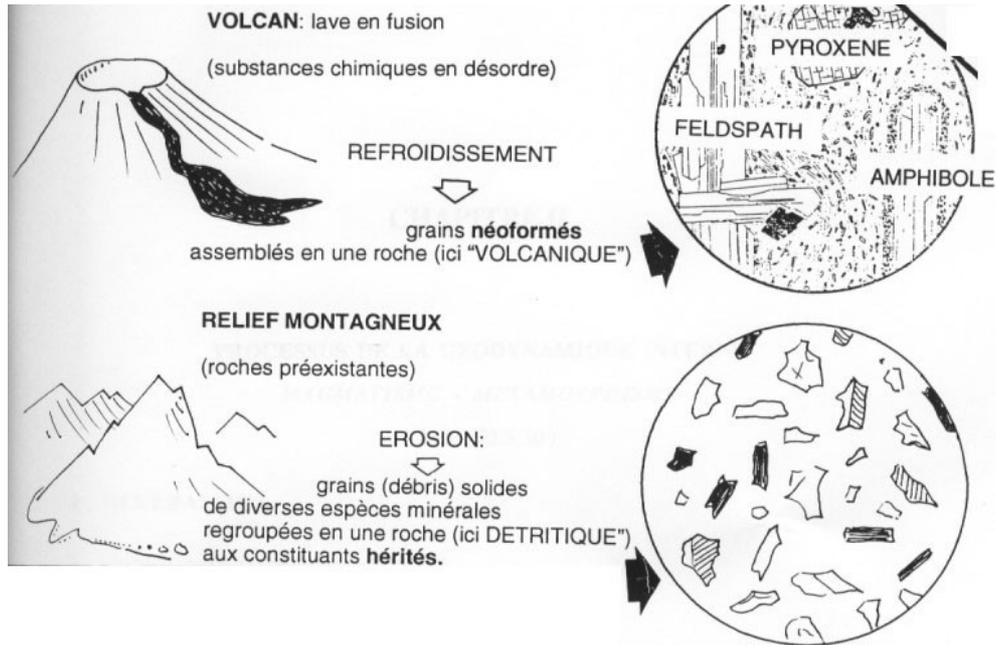
Les niveaux d'organisation des roches et des minéraux sont différents (différence entre cristal, minéral et roche). Une roche est constituée par la juxtaposition de grains minéraux (la même espèce de minéral ou des espèces différentes) présentés, eux-mêmes, sous forme de cristaux. Le cristal est un individu alors que le minéral est l'espèce à laquelle appartient l'individu. La roche est la population regroupant les différents individus appartenant à une ou plusieurs espèces.

### 2\ Assemblage des minéraux.

Deux éventualités pour expliquer l'origine des minéraux dans une roche :

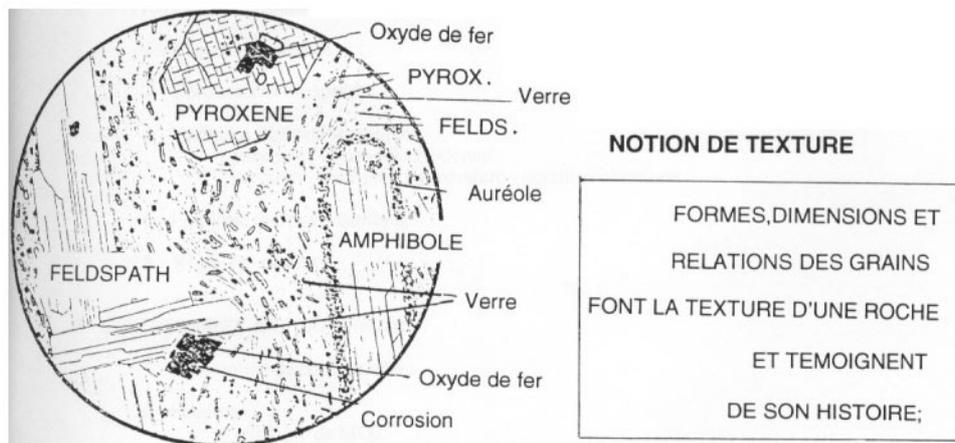
- Minéraux néoformés : les minéraux apparaissent par cristallisation au moment de la formation de la roche. Il y a mise en ordre d'éléments chimiques pré-existant au moment de cette cristallisation.
- Minéraux hérités : les minéraux existaient en tant que tel au moment de la formation de la nouvelle roche.

## a) Grains néoformés



La lave, quand elle se refroidit va faire une mise en ordre des ions, selon les réseaux d'un certain nombre de cristaux. On retrouve deux types cristallins.

- Les gros cristaux : les phénocristaux.
  - Le pyroxène : contour net, automorphe et présentant des cassures à 90°.
  - L'amphibole : allongée, contours non nets, autour du cristal, présence d'une auréole réactionnelle.
  - Les feldspaths (plagioclases) : présence de clivages fins, netteté moyenne. Les cristaux sont formés dans la cheminée ou dans la chambre magmatique.



- Les petits minéraux. Ils sont en forme de baguette (microlithes), souvent, ce sont des feldspaths plagioclases. Le refroidissement a été rapide, quand la lave a été émise).
- Entre gros et petits cristaux, on retrouve du verre (marqueur d'un refroidissement brutal).

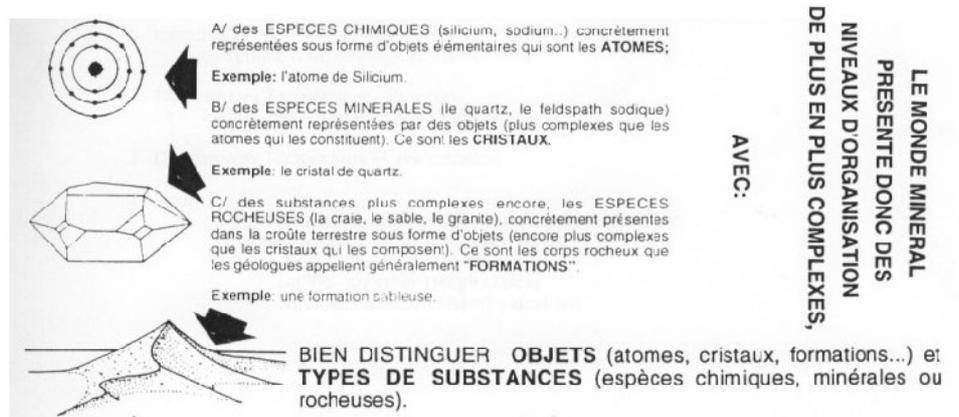
## b) Les grains hérités.

Dans le sable, on peut observer une série de grains.

- Des grains transparents, le quartz.
- Des grains altérés, non transparents : les feldspaths.
- Des grains bruns, le mica.

Le sable a une composition granitique : il forme une arène granitique. Dans les massifs granitiques, les grains sont néoformés. Dans le sable, les grains sont hérités.  
Si le sable est compacté, il donnera du grès, c'est une roche solide. Les grains de calcite seraient néoformés et les autres grains seraient des grains hérités.

### 3\ Notion de texture.



La texture est définie par un certain nombre de caractéristiques : taille, forme, nature et relations mutuelles des grains. Cela est vrai pour les roches magmatiques, sédimentaires et métamorphiques.

#### a\ Taille et dimension des grains : la granulométrie.

Il y a des grands et des petits cristaux. Ces derniers sont témoins d'un refroidissement rapide alors que les gros sont témoins d'un refroidissement lent.  
Lorsque les gros cristaux sont peu nombreux, les petits sont en quantité importante. L'inverse est vrai.

#### b\ Forme des grains.

Les automorphes ont une forme propre alors que les xénomorphes non (ils sont formés pendant le deuxième temps de cristallisation).

- Les gros cristaux sont automorphes : ils se sont développés librement dans le liquide.
- Les microlithes sont aussi automorphes, formées rapidement, sans contrainte.
- Si à la place du verre, on avait des cristaux en forme de trou, ce seraient des xénomorphes.

#### c\ Relations mutuelles des grains entre eux.

On peut trouver des inclusions ou des auréoles réactionnelles.

- Les inclusions : on en trouve dans les pyroxènes ou les feldspaths, sous forme de minéraux noirs en inclusion d'oxydes de fer : ils sont en inclusions dans les gros minéraux. Leur formation est antérieure à celle des gros cristaux. La cristallisation de l'oxyde de fer est terminée quand les gros cristaux commencent à cristalliser. Il n'y a pas de microlithes dans les gros cristaux. Elles se forment après.
- Les auréoles réactionnelles : ce sont des auréoles qui entourent le minéral et qui le protègent de réactions avec le liquide -> elles constituent un « blindage ». Dans un liquide A, il apparaît un minéral B qui réagit avec le liquide A pour donner un minéral C, qui protège le minéral B.
- Figure de corrosion. Un minéral formé tôt et qui réagit avec le liquide va être altéré (il apparaît des « trous »). Dans le pyroxène, l'oxyde de fer sera parfait. Dans les feldspaths, cet oxyde sera parfait d'un côté et attaqué de l'autre.

### **d\ Structure fluidale.**

La disposition géométrique des grains est liée à la mise en place de ces grains : cela entraîne une fluidalité (en fonction de l'écoulement des grains).

On pourra distinguer différentes textures : microlithiques (avec des microlithes), porphyriques (avec des gros cristaux) ou bien encore trachytiques (avec une orientation des cristaux).

### **e\ Historique.**

Le magma est formé en profondeur. Dans la chambre magmatique et la cheminée volcanique, il y a un refroidissement lent : production de gros cristaux automorphes. Pendant l'éruption, il y a un refroidissement rapide qui permet aussi la production d'automorphes mais de petite taille. Enfin arrive le refroidissement brutal qui provoque la mise en place du verre.

## **III\ Conclusion.**

Il y a une organisation logique du monde minéral. On trouve trois types d'espèces : chimique, minérale et rocheuse.

Les niveaux d'organisation sont de plus en plus complexes. Ces espèces sont représentées sous forme d'objet.

- Espèce chimique : l'atome.
- Espèce minérale : le cristal. L'organisation du cristal est un regroupement en réseau d'atomes.
- Espèce rocheuse : les roches et association de roches (formation géologiques). Par exemple, le sable est à l'origine de dunes. Mais la silice (Si) et l'oxygène (O) sont à l'origine du quartz qui lui-même est à l'origine du sable qui lui-même est à l'origine de ces dunes.