

## (Résumé du cours 1)

# Introduction à la pétrographie, relation roche-minéral

## I. Définitions

-1) **La pétrographie** (du grec petros= pierre et graphein= écrire) est une branche de la géologie qui étudie les roches.

-2) **Une roche** est un assemblage naturel de minéraux ; à la place des minéraux on peut avoir du verre ou de la matière organique fossile.

Exemple :

- Le granite est une roche magmatique composée de minéraux (quartz, feldspaths, micas..).
- La craie est une roche sédimentaire composée surtout de microfossiles.
- Le charbon est une roche sédimentaire composée de débris végétaux lithifiés.
- L'obsidienne est une roche volcanique composée de verre (un minéraloïde).

Une roche est généralement formée de plusieurs minéraux mais elle peut être monominérale ex : le calcaire est une roche formée de calcite.

Le rapport entre une roche et les minéraux est semblable à celui qui relie un mur (=roche) et les briques, parpaings ou pierres (minéraux) qui le constituent.

Les matériaux de notre planète sont constitués d'**éléments chimiques**, comme l'hydrogène, l'oxygène, le fer, le nickel, etc...(voir tableau périodique). Les molécules, assemblage d'atomes, forment les **minéraux** qui forment à leur tour des **roches**.

-3) **Un minéral** est un corps naturel solide à température ordinaire, inorganique, dont la composition peut être exprimée par une formule chimique et ayant une structure cristalline c.à.d. une structure atomique ordonnée.

Exemple :

- la halite (ou sel gemme) est un minéral car c'est un produit naturel solide ayant une composition chimique définie (NaCl). Na et Cl sont disposés dans un ordre très régulier. (= état cristallisé). qui déterminent une structure cristalline cubique. Il en est de même pour la glace de l'eau.

-Le verre volcanique est un solide naturel mais sa composition chimique n'est pas bien définie et il ne possède pas une structure cristalline. Dans ce cas les éléments chimiques (atomes, ions) sont disposés sans aucun ordre (= état amorphe, non cristallin). Ce n'est donc pas un minéral.

## II. Notions de cristallographie

Chaque minéral possède une forme cristalline bien définie. Ces formes sont déterminées par la combinaison des atomes qui composent les minéraux.

Les formes des cristaux ne sont pas quelconques. L'existence de ces formes est liée au fait que dans certains cas, les minéraux ont suffisamment d'espace autour d'eux pour croître et prendre des formes qui leur sont propres. Ces formes macroscopiques traduisent le fait que les atomes sont arrangés à l'échelle microscopique.

### 1) Notion de maille :

Haüy, cristallographe du XIX<sup>e</sup> siècle a constaté qu'un cristal fragmenté génère des morceaux qui ont la même forme que le cristal initial (c'est la loi de stratification multiple). Du point de vue géométrique, il existe un certain nombre de volumes de base qui permettent de remplir un espace tridimensionnel sans laisser de vide.

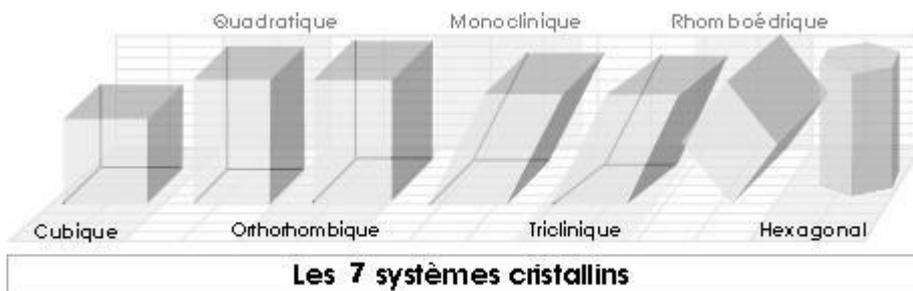
La **maille** est l'enveloppe du plus petit parallélépipède de matière cristallisée conservant toutes les propriétés géométriques, physiques et chimiques du cristal et contenant suffisamment d'atomes pour respecter sa composition chimique et pour construire un volume de cristal.

### 2) Le réseau cristallin :

La répétition ou l'empilement des petits parallélépipèdes de matière de volume élémentaire constitue le **réseau cristallin**.

### 3) Les sept systèmes cristallins

On distingue 7 systèmes cristallins conditionnés par les relations de symétries de la maille cristalline et l'organisation des réseaux cristallins :



Tous les minéraux existants ont des formes rapportées à l'un de ces 7 systèmes :

Ex :

- Le quartz est rhomboédrique.
- Le diamant et le saphir sont cubiques.
- L'émeraude est hexagonale.

### III. Les minéraux

Parmi les minéraux on trouve les éléments natifs, les sulfures, les oxydes et hydroxydes, les halogénures (chlorures, fluorures...), les carbonates, les phosphates, les sulfates et les silicates.

Les minéraux sont formés d'éléments chimiques, le plus souvent dans un ordre très régulier. (= état cristallisé). La classification des minéraux est basée sur des caractères **chimiques et cristallographiques** :

Exemple :

- la **halite** a pour composition chimique NaCl, le chlorure de sodium. Le minéral halite possède une **structure atomique** déterminée qui est **cubique**. On l'appelle cubique parce que **l'arrangement** des atomes, en alternance régulière entre les Cl et les Na, forme une **trame cubique**.

Deux minéraux peuvent avoir la même composition chimique mais des structures atomiques différentes ; le graphite et le diamant (C) en sont de bons exemples et soulignent l'importance de la structure.

Les minéraux possèdent des propriétés physiques qui permettent de les distinguer entre eux.

- **Couleur**
- **Éclat**
- **Densité**
- **Propriétés optiques**
- **Dureté**

La dureté d'un minéral correspond à sa résistance à se laisser rayer. Elle est variable d'un minéral à l'autre. Certains minéraux sont très durs, comme le diamant, d'autre plutôt tendres, comme le talc. Les minéralogistes ont une échelle relative de dureté qui utilise dix minéraux, classés du plus tendre au plus dur, de 1 à 10. Cette échelle a été construite par le minéralogiste autrichien Friedrich Mohs et se nomme par conséquent l'échelle de Mohs

| Dureté | Minéral  | Composition chimique      |
|--------|--|---------------------------|
| 1      | Talc, friable sous l'ongle                     | $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$    |
| 2      | Gypse, rayable avec l'ongle                    | $CaSO_4 \cdot 2H_2O$      |
| 3      | Calcite, rayable avec une pièce en cuivre      | $CaCO_3$                  |
| 4      | Fluorite, rayable (légèrement) avec un couteau | $CaF_2$                   |
| 5      | Apatite, rayable au couteau                    | $Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$ |
| 6      | Orthose, rayable à la lime, par le sable       | $KAlSi_3O_8$              |
| 7      | Quartz, raye une vitre                         | $SiO_2$                   |
| 8      | Topaze, rayable par le carbure de tungstène    | $Al_2SiO_4(OH, F)_2$      |
| 9      | Corindon, rayable au carbure de silicium       | $Al_2O_3$                 |
| 10     | Diamant, rayable avec un autre diamant         | C                         |

#### IV. A quoi peut servir l'étude des roches ?

L'importance scientifique et économique de la pétrographie est évidente.

- L'étude de la roche nous renseigne sur l'intérieur de la terre, sur son évolution et sur son histoire précoce. Par exemple les plus anciennes roches de la Terre ont 4,28 milliards d'années (roches vertes de Nuvvuagittuq, de la baie d'Hudson, dans le nord de Québec). Il ya aussi le Gneiss d'Acasta (Territoires du Nord-Ouest, Canada) qui a donné 3,95 milliards d'années.

-Les roches renferment toutes les matières premières minérales ainsi que les hydrocarbures. Elles fournissent l'essentiel des matériaux de construction.

-Une étude pétrographique est nécessaire pour la réalisation des ouvrages d'art.

#### V. Moyens d'étude des roches.

Le premier outil est l'*observation*, à l'œil nu (en commençant par l'affleurement), au microscope polarisant ou encore à la microscopie électronique à balayage (MEB). L'observation permet de reconnaître la nature des minéraux constitutifs des roches, d'estimer leur proportion et d'identifier la texture de la roche, c'est à dire les relations géométriques et chronologiques entre les minéraux qui permettent d'accéder aux conditions de cristallisation. Il y a aussi différents instruments de laboratoires (spectromètre de fluorescence X, spectromètre à émission plasma, microsonde électronique ...) qui permettent des études plus sophistiquées.

## VI. Les trois familles de roches.

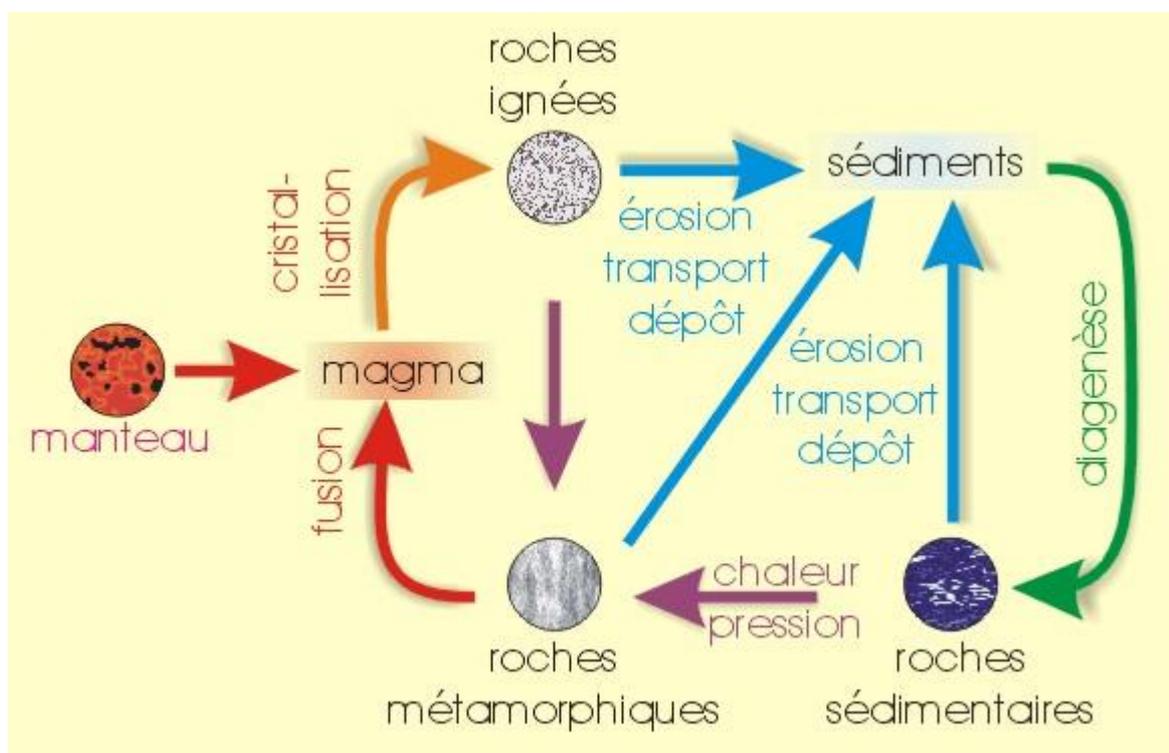
Les roches sont de trois catégories:

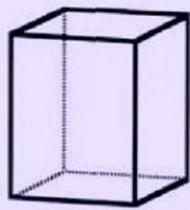
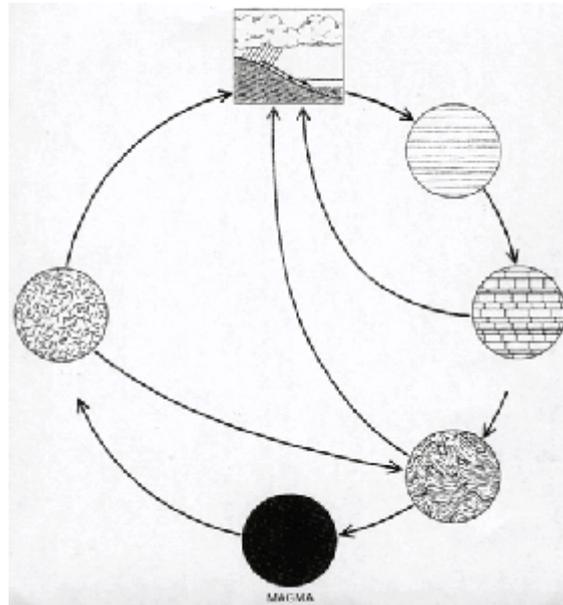
- les roches sédimentaires, roches résultant de la consolidation des sédiments meubles ou de la précipitation chimique de solutions à la surface de la Terre ; elles sont dites exogènes.
- les roches magmatiques (=ignées), issues de la solidification d'un magma qui se refroidit en profondeur (roches plutoniques) ou arrive à la surface de la terre (roches volcaniques) ;
- les roches métamorphiques, issues de la transformation des roches préexistantes sous l'effet de modifications de la pression et de la température.

## VI. Le cycle des roches

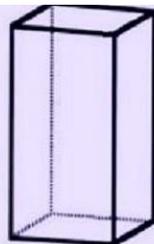
Les trois familles de roches sont liées entre elles par un cycle :

- Les roches ignées, formées par la cristallisation d'un magma, une fois arrivées à la surface de la terre vont être détruites et transformées en roches sédimentaires après un long processus physicochimique.
- Les roches ignées et sédimentaires peuvent être soumises à des conditions de température et / ou pression différentes de celles qui ont présidé à leur formation initiale et donner des roches métamorphiques.
- Enfin, une élévation de la température et de la pression peut conduire à la fusion des roches métamorphiques pour aboutir à un magma.





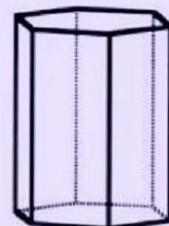
Cubique  
Cube



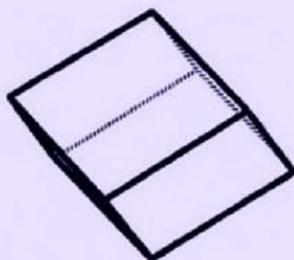
Quadratique  
Prisme droit  
à base carrée



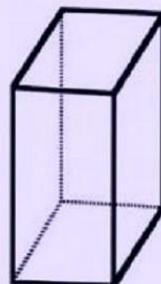
Orthorhombique  
Prisme droit  
à base rectangle



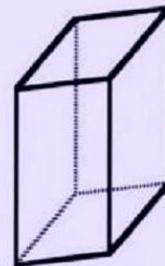
Hexagonal  
Prisme droit  
à base hexagonale



Rhomboédrique  
*rhomboèdre*



Monoclinique  
*prisme oblique  
à base rectangle*



Triclinique  
*prisme oblique sur  
toutes les arêtes*

*Les sept polyèdres qui définissent les sept systèmes cristallins*