

# Thème 1 : Une longue histoire de la matière

## Chapitre 2 : Des édifices ordonnés : Les cristaux

**Mots clés :** Roche, Minéral, Cristal, Maille, Atomes, Structure cristalline, Cristal automorphe, Compacité, Masse volumique, Solide amorphe, Verre

Notions	Activités, exemples
<p><b>I - À l'échelle microscopique, les entités chimiques (atomes, ions, molécules) constituant un cristal s'agencent de manière ordonnée et régulière (périodique).</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La structure microscopique d'un cristal peut être décrite par la répétition dans l'espace d'un parallélépipède contenant des entités. Ce parallélépipède est appelé <u>maille</u>.</li> <li>La forme géométrique de la maille, la nature et la position dans cette maille des entités qui la constituent définissent <u>la structure cristalline (le système cristallin)</u>.             <ol style="list-style-type: none"> <li>On distingue <u>7 types de système cristallins</u> (cubique, quadratique...etc).</li> <li>Les structures cubiques simples et cubiques à faces centrées sont deux exemples de types cristallins définis par une maille cubique sur laquelle les positions des entités chimiques sont différentes.</li> </ol> </li> <li>À l'échelle macroscopique, cette organisation conduit à la formation de cristaux aux formes géométriques bien définies.  <i>Exemple :</i> Le cristal de chlorure de sodium (constituant majoritaire du sel de cuisine) est présent dans certaines roches ou est issu de l'évaporation de l'eau de mer. Sa forme cubique est due à la maille cubique qui le constitue.</li> <li>Certains solides ne présentent aucune organisation particulière à l'échelle macroscopique : ce sont des <u>solides amorphes</u>.             <ol style="list-style-type: none"> <li>Le verre est un exemple de solide amorphe.</li> <li>Les entités chimiques d'un solide amorphe se répartissent de manière aléatoire.</li> <li>Les solides amorphes n'ont donc pas de structure particulière.</li> </ol> </li> </ol>	<p>Doc 2 p 31</p>
<p><b>II - Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de systèmes cristallins qui ont des propriétés macroscopiques différentes (apparence, masse volumique...).</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Les minéraux se caractérisent par leur <u>composition chimique</u> et leur <u>organisation cristalline</u>.  <i>Exemple :</i> Le graphite et le diamant sont deux cristaux composés de carbone uniquement, mais présentant une organisation cristalline différente. Leur apparence macroscopique et leur masse volumique sont différentes.</li> <li>Les entités occupent une proportion plus ou moins grande du volume de la maille appelée <u>compacité</u>.             <ol style="list-style-type: none"> <li>La compacité <math>c</math> d'une structure est un nombre inférieur à 1 et sans unité.</li> <li>La compacité <math>c = \text{Volume occupé par les atomes} / \text{Volume de la maille}</math></li> </ol> </li> </ol> <div data-bbox="252 1906 1099 2089" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Diagramme illustrant la formule de la compacité <math>c</math> :</p> <math display="block">c = \frac{n \times V_{\text{atome}}}{a^3} = \frac{n \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3}{a^3}</math> <p>Les étiquettes du diagramme sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre d'atomes par maille (pointe vers <math>n</math>)</li> <li>Volume de l'atome (en <math>m^3</math>) (pointe vers <math>V_{\text{atome}}</math>)</li> <li>Rayon de l'atome (en <math>m</math>) (pointe vers <math>r</math>)</li> <li>Longueur de l'arête de la maille (en <math>m</math>) (pointe vers <math>a^3</math>)</li> </ul> </div>	

- c. Pour compter le nombre d'atomes par maille ( $n$ ) il faut tenir compte du fait que la plupart des atomes appartiennent à plusieurs mailles. Par exemple un atome au sommet d'une maille cubique appartient à 8 mailles adjacentes.
3. L'organisation microscopique du cristal détermine sa masse volumique  $\rho$  (qui est liée à sa compacité).
- a. Elle s'exprime en  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- b. C'est le rapport entre la masse du cristal et son volume
- c.  $\rho = \text{Masse de la maille} / \text{Volume de la maille}$

$$\rho = \frac{\text{masse d'une maille}}{\text{volume d'une maille}}$$

$\rho$  en  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ; **masse** d'une maille en g; **volume** d'une maille en  $\text{cm}^3$

La masse d'une maille étant reliée aux nombres d'entités qui la composent, la masse volumique va varier en fonction de la structure cristalline du composé.

$$\text{Masse maille} = \frac{N \times M}{N_A}$$

$N$ : nombre d'entités par maille

$M$ : masse molaire de l'entité ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

$N_A$ : constante d'Avogadro;  $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Soit  $a$  l'arête d'un cube en cm, on peut donc exprimer la masse volumique en  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  comme :

$$\rho = \frac{N \times M}{N_A \times a^3}$$

### III - Les êtres vivants peuvent posséder des structures cristallines qui jouent des rôles variés.

Un cristal produit par un être vivant est un cristal biogénique.

*Exemple* : Des cristaux sont responsables de propriétés mécaniques des coquilles de mollusques ou des os des vertébrés.

*Exemple* : Les cristaux présents dans certaines cellules végétales sont toxiques pour les herbivores.

*Exemple* : Calcul rénal (cristaux dans l'appareil urinaire) qui déclenche une crise de colique néphrétique

### IV - Selon les conditions de son refroidissement, une roche peut présenter une structure cristalline ou amorphe.

1. Une roche est un assemblage de minéraux et/ou de verre, dont les propriétés dépendent de l'arrangement spatial des entités chimiques les constituant.
2. En fonction de la température et de la vitesse de refroidissement, les roches d'une même nature peuvent avoir des structures différentes.
  - a. Plus le refroidissement est lent, moins les cristaux sont nombreux et plus leur taille est grande.
  - b. Un refroidissement lent conduit à une structure grenue (Ex : Granite).
  - c. Un refroidissement rapide conduit à une structure microlithique (Ex : Rhyolite)
  - d. Certaines roches volcaniques contiennent du verre, un solide amorphe (ex : l'obsidienne), qui est issu de la solidification très rapide d'une lave.

## Le vocabulaire à retenir :

- **Roche** : solide formé de l'association de cristaux d'un ou plusieurs minéraux et parfois de verre
- **Minéral** : composé cristallisé dans une roche
- **Cristal** : solide constitué d'un empilement régulier d'atomes, d'ions ou de molécules
- **Maille** : Parallélépipède contenant des entités qui, répété dans l'espace, décrit la structure microscopique d'un cristal
- **Structure cristalline** : répétition d'unités élémentaires composées d'une maille et des entités qu'elle contient
- **Cristal automorphe** : minéral qui a cristallisé sous forme parfaite
- **Solide amorphe** : solide non cristallisé constitué d'éléments qui s'empilent sans ordre géométrique
- **Verre** : matériau amorphe qui ne possède pas de structure cristalline
- **Cristal biogénique** : cristal produit par un être vivant
- **Compacité** : c'est l'occupation du volume de la maille par les atomes
- **La masse volumique du cristal**: c'est le rapport entre la masse du cristal et son volume (en  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )

Maanard

