

1 Structure d'un cristal

Le chlorure de sodium, un exemple de cristal

Le chlorure de sodium, couramment appelé sel de table, est un solide de formule chimique NaCl constitué d'ions chlorure Cl^- et d'ions sodium Na^+ . Que ce **cristal** soit obtenu par évaporation de l'eau dans les marais salants ou extrait de mines, il s'agit d'un empilement régulier d'ions disposés de la même manière très ordonnée (**Fig. 1**). Cette structure peut-être décrite par la répétition d'un cube appelé **maille** dans les trois dimensions de l'espace (**Fig. 2**).

Les cristaux, des édifices ordonnés

Comme le chlorure de sodium, de nombreux solides sont des cristaux.

Un cristal est un solide constitué d'un empilement régulier d'atomes, d'ions ou de molécules.

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 maille.

La forme géométrique de la maille, la nature et la position dans cette maille des entités qui la constituent définissent la structure cristalline.

Les entités occupent une proportion plus ou moins grande du volume de la maille appelée **compacité c** (► fiche n° 9 « Calculer une compacité », p. 287).

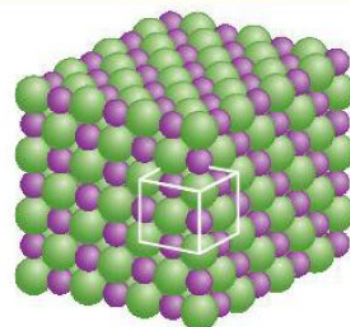
La compacité c d'une structure cristalline est un nombre inférieur à 1 et sans unité :

$$c = \frac{\text{volume occupé par les entités}}{\text{volume de la maille}}$$

Structures cubiques

Les structures des cristaux les plus simples peuvent être décrites par une maille cubique dont la longueur de l'arête a est appelé **paramètre de maille**. Si des entités identiques occupent chacun des huit sommets, la structure est **cubique simple**. Si elles occupent les sommets et le centre des faces, alors la structure est **cubique à faces centrées**.

Sachant qu'une entité appartient à plusieurs mailles, on peut compter le nombre d'entités par maille. Dans le cas d'entités sphériques tangentes, on en déduit alors la compacité de la structure. Dans le cas d'atomes, on en déduit aussi la masse volumique du cristal en fonction du paramètre de maille a et de la masse m d'un atome.



● ion chlorure Cl^-
● ion sodium Na^+

Fig. 1 : Structure du cristal de chlorure de sodium. La maille est délimitée en blanc.

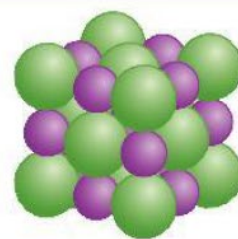
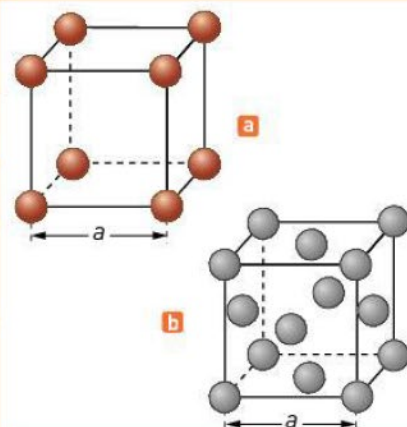


Fig. 2 : Maille du chlorure de sodium.

	Structure cubique simple	Structure cubique à faces centrées
Maille	a	b
Nombre d'entités par maille	1	4
Compacité c (cas d'entités sphériques tangentes)	0,52	0,74
Masse volumique (en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ si m est exprimée en kg et a en m)	$\rho = \frac{m}{a^3}$	$\rho = \frac{4 \times m}{a^3}$



Remarque : Les entités sphériques et tangentes occupent seulement 52 % du volume de la maille cubique simple. Elles occupent 74 % du volume de la maille cubique à faces centrées : il s'agit d'une structure plus compacte.

● Propriétés macroscopiques d'un cristal

La structure microscopique du cristal conditionne certaines de ses propriétés macroscopiques, dont sa masse volumique et sa forme macroscopique.

Exemple : On trouve dans la nature des cristaux de chlorure de sodium (**Fig. 3**) dont la forme cubique est due à la maille cubique.

Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures qui ont des propriétés macroscopiques différentes.

Exemple : Le graphite et le diamant sont des cristaux composés d'atomes de carbone C mais leurs propriétés (dureté, masse volumique) sont différentes car leurs structures cristallines sont différentes.

2 Minéraux et cristaux

● Roches et minéraux

Les **minéraux** sont caractérisés par leur composition chimique et leur organisation cristalline. Une roche est formée de l'association de cristaux d'un même minéral ou de plusieurs minéraux.

Exemple : Le granite est une roche formée de plusieurs minéraux que l'on distingue à l'œil nu (**Fig. 4**).

● Cristaux dans les organismes biologiques

Des cristaux existent aussi dans les organismes biologiques.

Exemple : Les calculs rénaux sont des cristaux d'oxalate de calcium formés dans les reins.

● Cas des solides amorphes

Dans certains solides, l'empilement d'entités se fait sans ordre géométrique, contrairement aux cristaux : ces solides sont dits **amorphes**.

Exemple : Certaines roches volcaniques contiennent du **verre**, issu de la solidification très rapide d'une lave, qui est un solide amorphe.

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

Exemple : L'obsidienne est une roche formée par le refroidissement très rapide d'un magma. Elle est constituée principalement de verre (**Fig. 5**).



Fig. 3 : Cristaux de chlorure de sodium (halite).



Fig. 4 : Échantillon de granite composé de plusieurs minéraux.

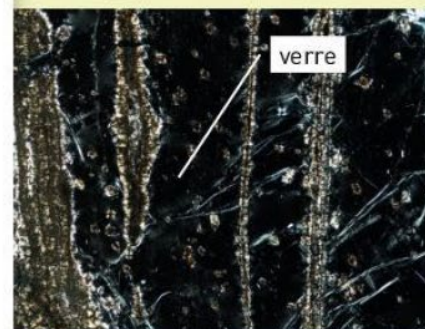


Fig. 5 : lame mince d'obsidienne.

Le vocabulaire à retenir

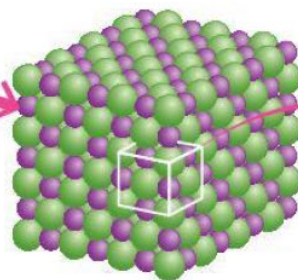
- **Amorphe (solide) :** solide constitué d'entités empilées sans ordre géométrique.
- **Compacité :** taux d'occupation des entités dans une maille.
- **Cristal :** solide constitué d'un empilement régulier d'atomes, d'ions ou de molécules.

- **Maille :** parallélépipède contenant des entités qui, répété dans l'espace, décrit la structure microscopique d'un cristal.
- **Minéral :** solide possédant une structure cristalline
- **Roche :** matériau naturel formé d'un ou plusieurs minéraux et parfois de verre.
- **Verre :** matériau amorphe, qui ne possède pas de structure cristalline

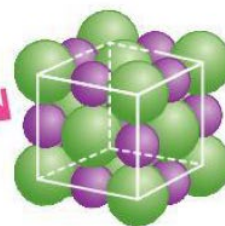
1 Structure d'un cristal



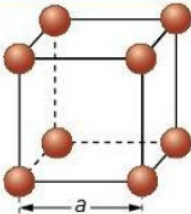
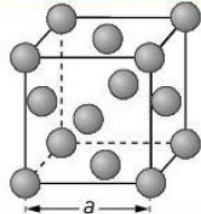
Cristal



Empilement ordonné d'entités



Maille

	Structure cubique simple	Structure cubique à faces centrées
Maille		
Nombre d'entités par maille	1	4
Compacité dans le cas d'entités sphériques tangentes	0,52	0,74
Masse volumique ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	$\rho = \frac{m}{a^3}$ <div> ← masse atomique en kg ← paramètre de maille en m </div>	
	$\rho = \frac{4 \times m}{a^3}$	

2 Minéraux et cristaux

Roche contenant des minéraux
(structure cristalline)



granite

Roche contenant du verre
(structure amorphe)

refroidissement
très rapide de
la lave en surface



obsidienne

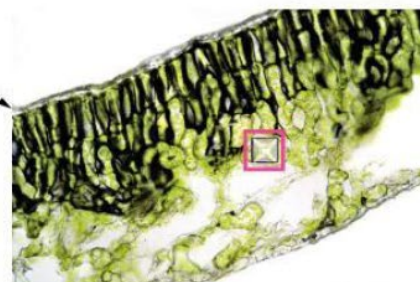
magma

refroidissement
en profondeur

Cristaux dans
les milieux
biologiques



calcul rénal



minéralisation dans une feuille