

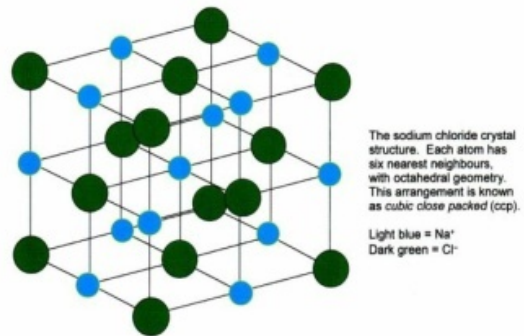
ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

THEME 1 : HISTOIRE DE LA MATIERE

Des édifices ordonnés : les cristaux

Le chlorure de sodium solide (présent dans les roches, ou issu de l'évaporation de l'eau de mer) est constitué d'un **empilement régulier** d'ions : c'est l'**état cristallin**.

Cristal réel : présence de domaines amorphes, et de défauts



Plus généralement, une structure cristalline est définie par une **maille élémentaire** répétée périodiquement. Un type cristallin est défini par la forme géométrique de la maille, la nature et la position dans cette maille des entités qui le constituent.

Les cristaux les plus simples peuvent être décrits par une maille cubique que la géométrie du cube permet de caractériser. La position des entités dans cette maille distingue les réseaux cubique simple et cubique à faces centrées.

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

Motif : plus petite entité se répétant périodiquement, centrée souvent sur « noeuds » du réseau

Maille : volume qui répété périodiquement permet de reformer l'ensemble du cristal (réseau)

Coordinance[X,Y] : nombre de plus proches voisins de type Y que possède une entité X

Compacité *c* : taux de l'espace occupé

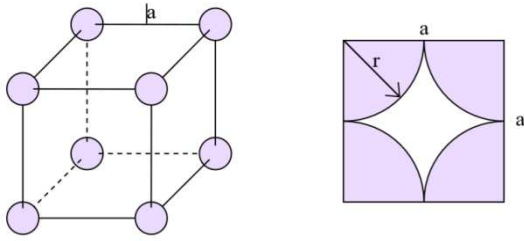
$$c = \frac{\text{volume occupé}}{\text{volume disponible}} = \frac{\text{volume atomes}}{\text{volume maille}}$$

Masse volumique ρ :

$$\rho = \frac{\text{masse}}{\text{volume}} = \frac{Z M_{\text{motif}}}{N_A V_{\text{maille}}}$$

Pour le réseau cubique simple :

- Représentation de la maille en perspective cavalière



- Calcul de la compacité dans le cas d'entités chimiques sphériques tangentes

Nombre

Nombre d'atomes par maille : 8 aux sommets comptant pour 1/8 d'atome soit 1 atome

Les sphères sont en contact selon l'arête du cube : $2R = a$

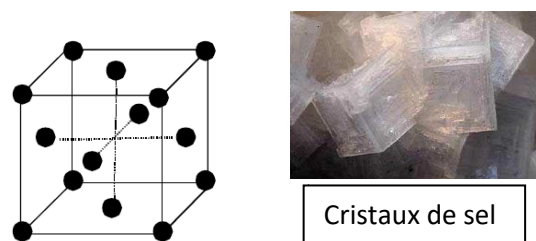
$$\text{Compacité } C = \frac{1 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{a^3} = \frac{1 \cdot \frac{4}{3}\pi \left(\frac{a}{2}\right)^3}{a^3} = 0,52 = 52\%$$



Cristaux de pyrite

Pour le réseau cubique à faces centrées :

- Représentation de la maille en perspective cavalière



Cristaux de sel

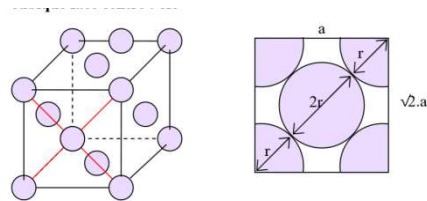
- Calcul de la compacité dans le cas d'entités chimiques sphériques tangentes

Nombre

Nombre d'atomes par maille : 1/2 au centre de chacune de 6 faces (3 atomes) et 8 aux sommets comptant pour 1/8 d'atomes (1 atome) soit 4 atomes au total.

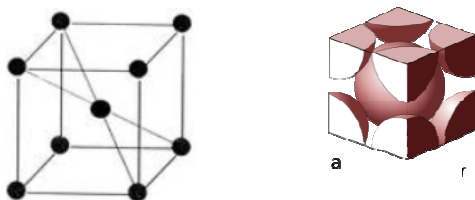
Les sphères sont en contact selon la grande diagonale d'une face ; cette grande diagonale vaut $a\sqrt{2}$ et équivaut à quatre fois le rayon (4 R) des sphères $4R = a\sqrt{2}$

$$\text{Compacité } C = \frac{2 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{a^3} = \frac{2 \cdot \frac{4}{3}\pi \left(\frac{a\sqrt{2}}{4}\right)^3}{a^3} = 0,74 = 74\%$$



Pour le réseau cubique centré :

- Représentation de la maille en perspective cavalière



Cristaux de chrome

- Calcul de la compacité dans le cas d'entités chimiques sphériques tangentes

Nombre

Nombre d'atomes par maille : 1 au centre et 8 aux sommets comptant pour 1/8 d'atome soit 2 atomes

Les sphères sont en contact selon la grande diagonale du cube (les atomes aux coins ne se touchant pas) ; cette grande diagonale vaut $a\sqrt{3}$ et équivaut à quatre fois le rayon (4 R) des sphères $4R = a\sqrt{3}$

$$\text{Compacité } C = \frac{2 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{a^3} = \frac{2 \cdot \frac{4}{3}\pi \left(\frac{a\sqrt{3}}{4}\right)^3}{a^3} = 0,68 = 68\%$$

Les minéraux et les roches

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

Ainsi les minéraux se caractérisent 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. Des structures cristallines existent aussi dans les organismes biologiques (coquille, squelette, calcul rénal, etc.).

Les roches

Roche magmatique : le granit

Roche sédimentaire : le calcaire, le charbon, le gypse

Roche métamorphique : gneiss

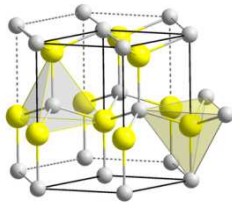


Granit comportant 3 types de cristaux

Minéral

Substance inorganique solide qui se présente sous forme d'un cristal ou d'un solide cristallin.

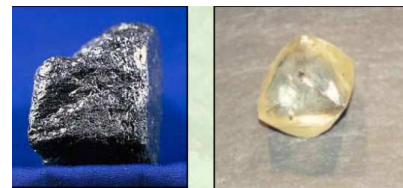
Un minéral est défini par sa composition chimique et sa structure cristalline.



La structure cristalline (structure d'un cristal) d'un minéral correspond à l'arrangement des atomes dans le cristal selon un espacement et une symétrie bien définis.

Lorsque les cristaux ont des formes géométriques bien définies, on dit qu'ils sont **automorphes**.

Dans certains cas, les minéraux ne présentent aucune forme cristalline; ils sont dits **amorphes**.



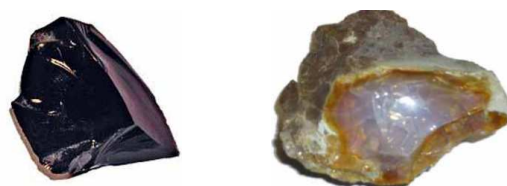
Graphite et diamant composés de carbone C



Amazonite $KAlSi_3O_8$ Chalcopyrite $CuFeS_2$



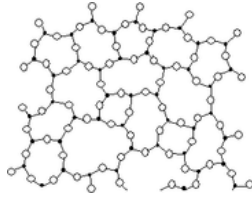
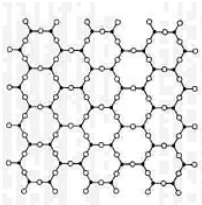
Cristaux automorphes de pyrite



Cristaux amorphes d'obsidienne et d'opale

Relation entre la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement.

Dans le cas des solides amorphes, l'empilement d'entités se fait sans ordre géométrique. C'est le cas du verre. Certaines roches volcaniques contiennent du verre, issu de la solidification très rapide d'une lave.



Silice automorphe et amorphe

Exemples

Obsidienne (Roche volcanique)

Lave très rapidement refroidie, elle n'a pas eu le temps de cristalliser: sa structure est amorphe. C'est un verre volcanique.

Sur l'échantillon ci-dessous, on remarque la cassure caractéristique (conchoïdale) des verres aussi bien naturels qu'artificiels (ci-dessous un éclat de verre de bouteille)

