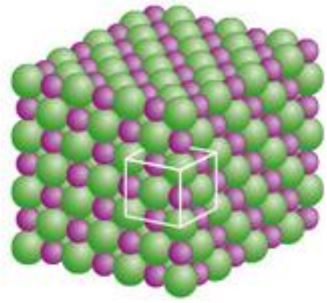
THEME : MATIERE Les cristaux



I. Un exemple de solide cristallin : le chlorure de sodium (sel)

Activité 1 : les cristaux

Un **cristal** est un solide constitué d'un **empilement régulier** d'entités (= ions ou atomes ou molécules).

Le **chlorure de sodium** (sel), de formule NaCℓ, est un solide cristallin d'ions $\mathbf{Na^+}$ et $\mathbf{C\ell^-}$.

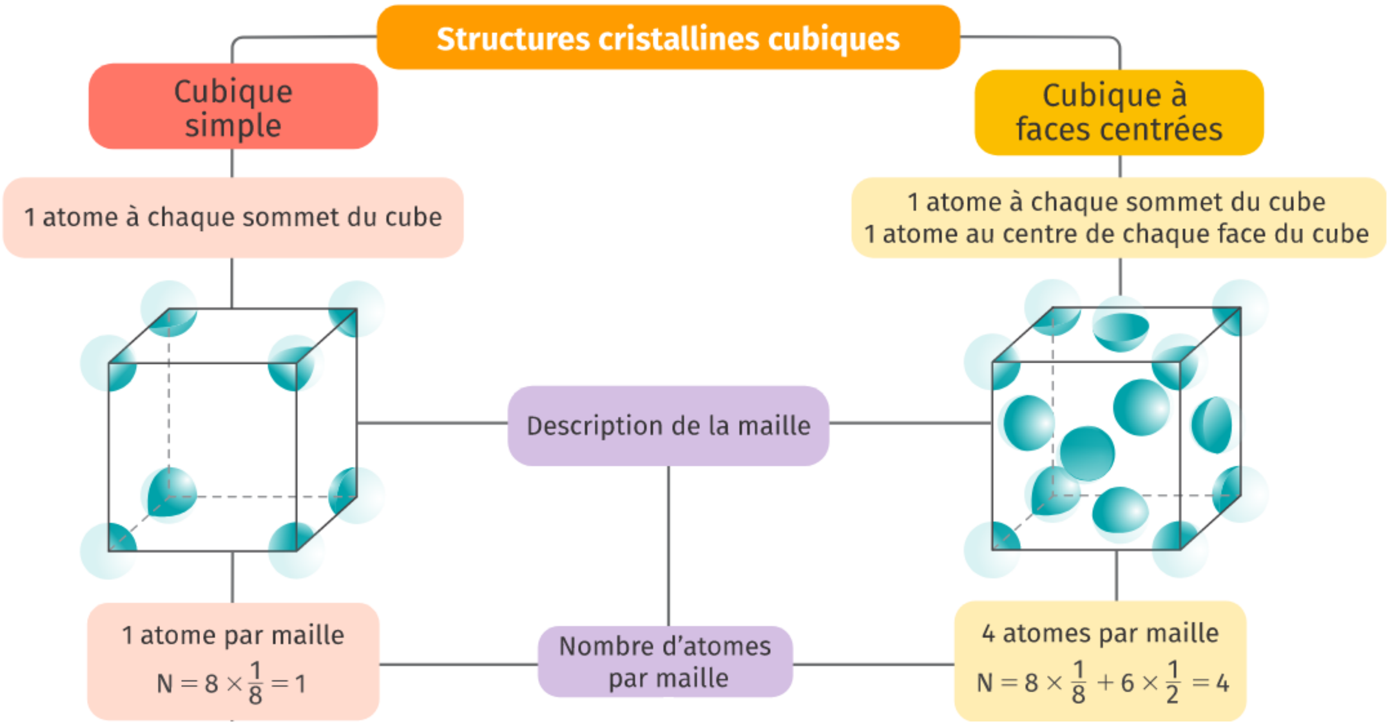
La structure du cristal à l'échelle microscopique détermine sa structure à toutes les échelles.

II. Les différents types de structures cristallines

Les cristaux sont définis par une **maille** élémentaire répétée périodiquement.

Les cristaux les plus simples possèdent une maille **cubique**.

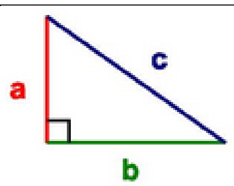
Suivant la position des entités (ions ou atomes ou molécules) dans la maille, on a par exemple :



Le côté du cube, noté ***a***, s'appelle « **paramètre de maille** ». Il est souvent donné en **picomètre** : **1 pm = $\mathbf{10^{-12}}$ m**

Comme en réalité les sphères se touchent, on peut relier le **paramètre de maille *a*** au **rayon *r*** des sphères grâce au théorème de Pythagore :

Théorème de Pythagore :



$$a^2 + b^2 = c^2$$

III. Lien entre la structure microscopique et les propriétés macroscopiques

La structure microscopique influence les propriétés macroscopiques du cristal, telles que :

sa forme, sa solidité, sa densité …

La **compacité**, notée ***C***, est un nombre **sans unité** qui mesure le taux d'occupation des entités dans la maille.

Si la maille contient ***n*** **entités** sphériques, alors :

$$C = \frac{n \times V_{\text{atome}}}{V_{\text{maille}}}$$

Avec les volumes usuels : $V_{\text{sphère}} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$ et $V_{\text{cube}} = a^3$

La **masse volumique *ρ*** correspond au rapport de la masse ***m*** sur le volume *V* :

en $kg \cdot m^{-3}$
ou
en $g \cdot cm^{-3}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

en kg
ou
en g

en m^3
ou
en cm^3

Elle peut se calculer :

- à l'échelle macroscopique d'**un échantillon** : $$\rho = \frac{m_{\text{échantillon}}}{V_{\text{échantillon}}}$$

- à l'échelle microscopique : d'**une maille** : $$\rho = \frac{n \times m_{\text{atome}}}{V_{\text{maille}}}$$

❒ **Activité 3 :** « Masse volumique » $\rho_{exp} = 8,4\ g \cdot cm^{-3}$; $\rho_{th} = 8,85 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3}$; $\rho_{Po} = 9,15 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3}$

❒ **Exercice : Doc 3 p.37 –** « L'argent » : *Calculer la compacité et la masse volumique de l'argent.*
$\rho_{Ag} = 1,05 \times 10^4\ kg \cdot m^{-3}$

Il faut savoir, pour les deux structures « cubique simple » et « cubique faces centrées » :

- ***Représenter la maille en perspective cavalière***
- ***Calculer le nombre d'entités par maille***
- ***Relier le paramètre de maille au rayon r des entités***
- ***Calculer la compacité***
- ***Calculer la masse volumique***

➢ Pour aller plus loin : « Compacité et mathématiques »
En se basant sur les expressions littérales, montrer que les compacités des structures cubique simple et cubique faces centrées sont indépendantes de la nature (et donc de la taille) des entités.
Indication : injecter l'expression de a en fonction de r dans l'expression de la compacité.

$C_{CS} = \frac{\pi}{6}$ $C_{CFC} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}}$