

Chapitre II : Des édifices ordonnés : Les cristaux

I/ L'état solide :

L'état solide correspond à un état condensé de la matière obtenu par solidification d'un liquide ou par condensation d'un gaz.

Deux types de solides existent selon l'organisation des entités qui les composent. On distingue les solides amorphes et les solides cristallins.

Pour un solide amorphe, les entités ne respectent aucun ordre, elles sont désordonnées. Au contraire, les entités dans un solide cristallin respectent un ordre bien spécifique, elles sont organisées selon une géométrie précise.

II/ Solide cristallin :

Un solide cristallin est un assemblage périodique régulier d'entités. Il existe les solides ioniques composés d'ions comme le chlorure de sodium solide, les solides covalents composés d'atomes et les solides moléculaires composés de molécules.

Différentes géométries sont possibles pour un solide cristallin. Pour définir la structure cristalline, on utilise une maille élémentaire qui sera répétée périodiquement dans le solide. Les cristaux les plus simples peuvent être décrits par une maille cubique.

III/ Les caractéristiques de la structure cristalline cubique

Un cristal est engendré par la répétition périodique dans l'espace d'une structure élémentaire, la maille.

Les cristaux les plus simples sont constitués d'un réseau de mailles qui ont la géométrie d'un cube on parle de mailles cubiques. La position des entités dans cette maille distingue les réseaux cubiques simples et les réseaux cubiques à faces centrées. En fonction de sa maille, un cristal a des propriétés et une masse volumique différentes.

Dans le premier, les entités se trouvent aux huit sommets du cube. Dans le second, les entités se trouvent aux huit sommets du cube, ainsi qu'au centre des six faces.

Ces deux structures se différencient par le taux d'occupation de la maille élémentaire. Le réseau cubique simple comporte une entité ($Z = \text{multiplicité}$) par maille (on parle de maille primitive), alors que le réseau cubique à faces centrées comporte quatre entités ($Z = 4$) par maille. Il est possible de calculer précisément ce taux d'occupation grâce à un calcul de compacité.

Compacité = (nombre d'entités par maille x volume d'une sphère) / volume total de la maille

Pour le système cubique simple, la compacité vaut 0,52, soit un taux d'occupation de 52 %. Pour le système cubique à faces centrées, la compacité vaut 0,74, soit un taux d'occupation de 74 %.

IV / Du microscopique au macroscopique :

La structure microscopique du cristal conditionne certaines de ses propriétés macroscopiques comme la masse volumique.

La masse volumique (ρ) s'exprime comme le rapport entre la masse d'une maille sur le volume de la maille

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

ρ en g.cm^{-3} ; masse d'une maille en **g**; volume d'une maille en **cm^3**

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

Masse maille = $(Z \times M) / N_A$

Z: nombre d'entités par maille

M: masse molaire de l'entité (g.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 g.cm^{-3} comme :

$$\rho = (Z \times M) / (N_A \times a^3)$$

V/ Système cristallin dans la nature :

Les roches sont des solides composés d'un assemblage de minéraux plus ou moins cristallisés, les minéraux sont constitués de cristaux qui sont arrangés selon une maille élémentaire dont la répétition dans l'espace dessine le réseau cristallin..

Dans le cas des roches magmatiques par exemple, la proportion de minéraux cristallisés dépend de la vitesse de refroidissement.

Dans le cas d'un refroidissement lent et en profondeur, les cristaux sont bien formés.

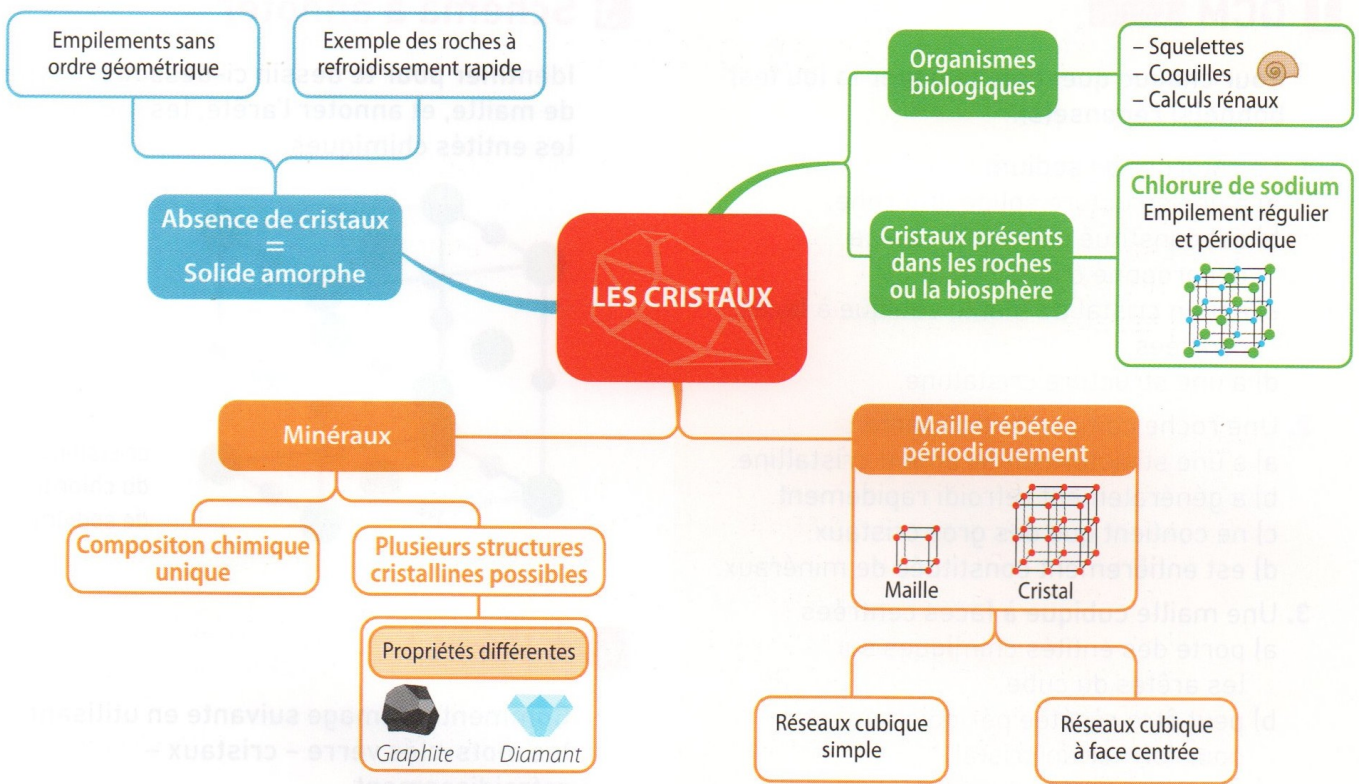
Au Contraire, dans le cas d'un refroidissement rapide de la lave, les espèces chimiques présentes n'ont pas le temps de s'organiser, l'empilement d'entités se fait sans ordre géométrique. On obtient un solide amorphe, c'est le cas du verre, dont la structure ressemble à celle d'un liquide qui aurait été « figé ».

Lorsqu'un cristal peut se développer sans « entraves », il prend naturellement une forme polyédrique (exemple: le cube dans le cas du chlorure de sodium)

Cristalliser dans des structures différentes confère des propriétés macroscopiques différentes.

Des structures cristallines existent aussi dans les systèmes biologiques comme

- pour les animaux : les coquilles, les squelettes, ou e les calculs rénaux ;
- et pour les végétaux : l'oxalate de calcium (les raphides) qui sont des protections contre les herbivores.



(d'après le Hachette (Ed. 2019, pp 41))