

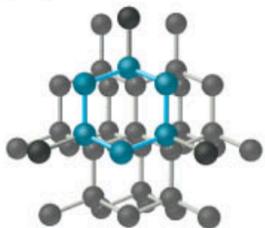
# La cristallographie

## Pour quoi faire ?

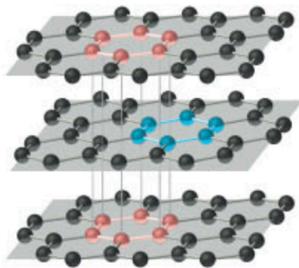
### Relier structure et propriétés

#### La cristallographie pour connaître les matériaux

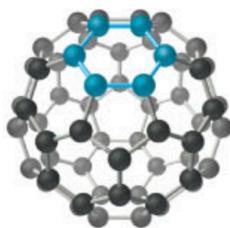
Il existe une relation très étroite entre l'arrangement atomique (la structure) d'un matériau et sa fonction : la connaissance précise des arrangements atomiques permet de comprendre et d'optimiser les propriétés. Ce savoir, ainsi que l'amélioration des techniques de synthèses, permet de réaliser de nouveaux matériaux aux propriétés meilleures.



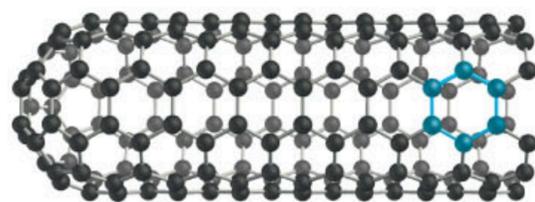
Diamant



Graphite



C60



Nanotube

Les propriétés des matériaux sont très dépendantes de leur structure : pour le carbone, comment expliquer les différences entre le diamant, le graphite, le C60, les nanotubes et le graphène ? Leurs arrangements atomiques sont différents.

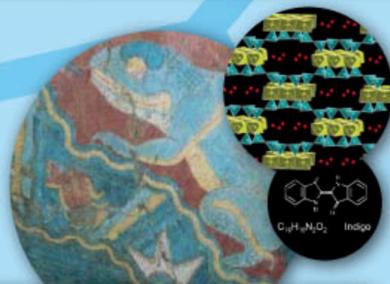
#### La cristallographie chimie

C'est une science née au début du XX<sup>e</sup> siècle qui associe la chimie et la cristallographie. Son objectif : élucider les relations entre les propriétés, la composition chimique et l'arrangement des atomes dans les cristaux.



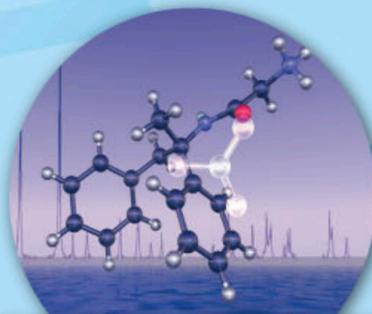
#### Cristaux et métallurgie

Les métaux et les alliages sont formés d'une multitude de cristaux, l'étude de leur arrangement s'appelle microstructure. Les défauts existant dans et entre les cristaux sont au cœur des performances de la métallurgie.



#### La cristallographie et l'archéologie

Les objets retrouvés dans des contextes funéraires sont souvent constitués d'assemblages de cristaux. Ils peuvent être, pour ceux qui savent les lire, de véritables archives.



#### Cristaux et pharmacie

Les médicaments se présentent souvent à l'état de poudre solide. La molécule active qui agit sur l'organisme se trouve au sein d'un mélange complexe contenant les matériaux supports. Il faut contrôler avec exactitude tous ces ingrédients et toutes leurs formes cristallines. Ceci se fait par la diffraction, qui donne un vrai "code-barre".



#### Les cristaux jouent avec la lumière

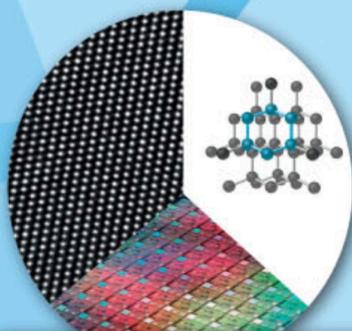
Ils peuvent l'absorber, la produire, la dédoubler ou même changer sa couleur.

**Un cristal absorbant :** il peut absorber et détruire de la lumière.

**Un cristal fluorescent :** il contient dans sa structure des atomes particuliers qui émettent de la lumière lorsqu'ils reçoivent une autre lumière comme les UV.

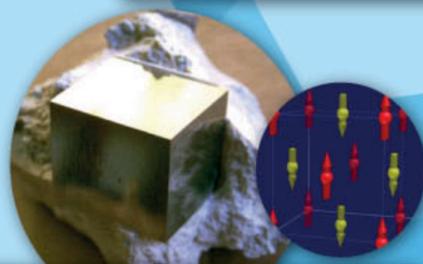
**Un cristal LASER :** en plaçant un cristal fluorescent entre deux miroirs, on peut obtenir un cristal LASER.

**Un cristal anisotrope et/ou « non linéaire » :** en le traversant, les propriétés de la lumière sont modifiées selon l'orientation du cristal. Les cristaux non linéaires peuvent « changer » la couleur d'un faisceau LASER.



#### Le cristal et la micro-électronique

La plupart des composants électroniques, couramment présents dans notre vie quotidienne, sont réalisés à base de cristaux semi-conducteurs quasi-parfaits, avec juste quelques impuretés ajoutées qui ajustent leurs propriétés à la demande (on dit que l'on dope le cristal).



#### Cristal, magnétisme et neutrons

Dans un cristal magnétique l'ordre des moments magnétiques se superpose à l'ordre des atomes. Ces moments magnétiques des atomes peuvent s'illustrer par l'orientation des flèches de minuscules boussoles.

De la même façon que les rayons X voient l'ordre des atomes, les neutrons voient l'ordre magnétique, car les neutrons sont eux-mêmes des minuscules boussoles : ils possèdent un moment magnétique.

## Modifier la structure pour faire de l'ingénierie cristalline

### Créer à la demande des matériaux

La connaissance de la structure des matériaux donne la possibilité d'en imaginer de nouveaux en substituant des atomes/molécules par d'autres atomes/molécules. Cette approche cristallographique à l'échelle atomique a constitué une véritable révolution pour les chimistes : ils ont ainsi pu visualiser la structure et la constitution des solides qu'ils isolaient et synthétiser de nouveaux matériaux. C'est le cas des oxydes supraconducteurs à base de cuivre, des matériaux poreux MOFs, mais aussi des derniers nés, les supraconducteurs à base de fer.

