

La Cristallographie

La matière est constituée d'atomes qui s'empilent de différentes manières



matière ordonnée

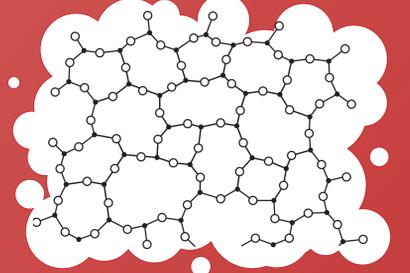
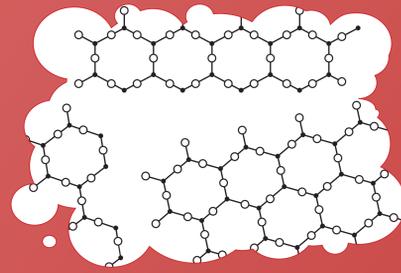
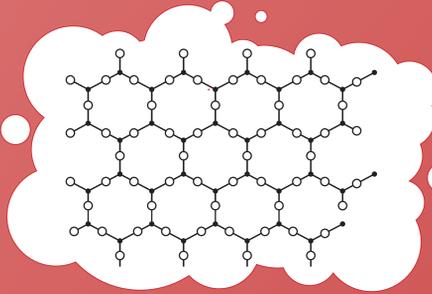
Monocrystal



matière désordonnée

Amorphe

Polycristal
avec plusieurs petits domaines monocristallins



Quartz

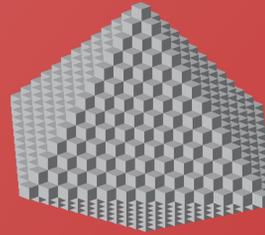


Céramique



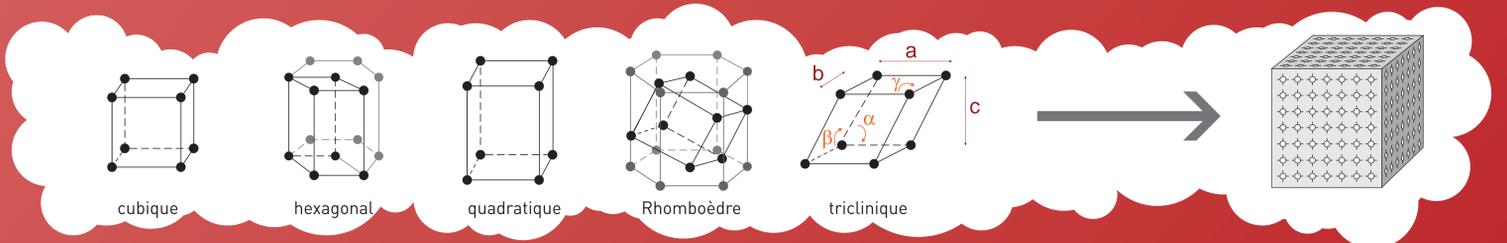
Verre

La cristallographie étudie l'état cristallin d'un matériau. Celui-ci est défini par la disposition périodique et ordonnée des atomes.



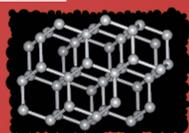
Un cristal est un empilement périodique d'atomes, obtenu par translation dans toutes les directions d'une brique de base appelée maille élémentaire.

Principaux types de briques constituant la maille élémentaire de la matière ordonnée



- nature et écartement des atomes et propagation de leurs vibrations → Conduction thermique
- environnement électronique des éléments → Conduction électrique
- interaction des photons avec les électrons et les atomes → Couleur
- nature, force des liaisons et structures associées → Dureté
- ordre des moments magnétiques des atomes → Magnétisme

Exemple du carbone



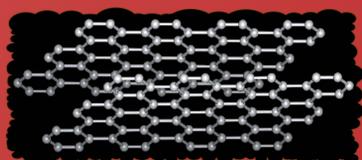
diamant

STRUCTURE

- type d'atome : carbone
- type de maille : cubique

PROPRIÉTÉS

- matériau très dur
- transparent
- bonne conduction thermique



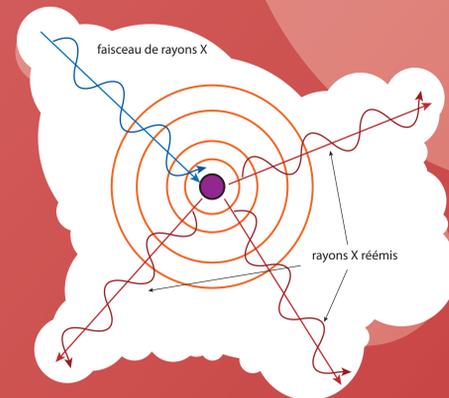
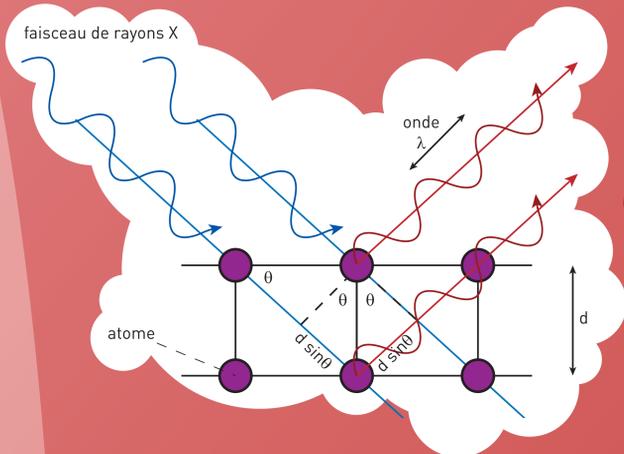
graphite

- type d'atome : carbone
- type de maille : hexagonale

- matériau friable en feuillet
- couleur grise foncée
- bonne conduction électrique

Analyse de la matière par diffraction X

A cause de l'interaction de la lumière avec la matière, le faisceau de rayons X peut être dévié de différentes manières. Pour observer l'ordre des atomes dans un cristal, la longueur d'onde du faisceau doit être du même ordre de grandeur que les distances entre les atomes.



Principe de la diffraction des rayons X

Un cristal est un empilement périodique d'atomes. Lorsqu'il est irradié par un faisceau de rayons X, chaque atome du cristal diffuse une onde, qui se propage dans toutes les directions. Les ondes issues des différents atomes interfèrent, faisant apparaître, sur un film photographique ou une image numérique, des tâches caractéristiques de la structure du cristal :

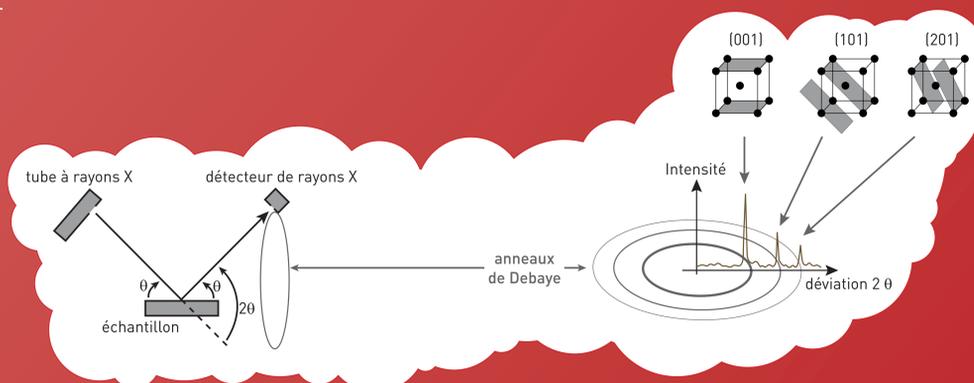
- Si les rayons diffusés sont en phase, on obtient un signal, ils diffractent.



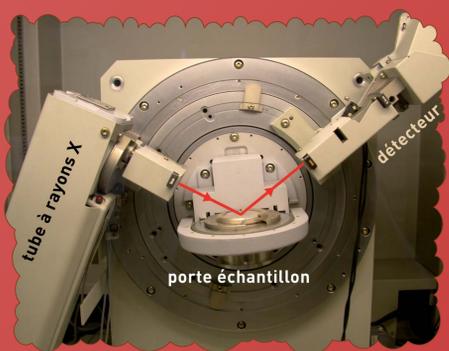
- Si les rayons diffusés ne sont pas en phase, il n'y a pas de signal.



Selon l'angle de l'échantillon (θ) par rapport aux rayons X, les rayons diffractés ont des positions différentes, nous pouvons ainsi déterminer les distances entre les plans et leur orientation.



L'intensité du signal observé dépend du type d'atomes qui constituent ces plans.



La diffraction des rayons X se fait en laboratoire avec un tube à rayons X ou au synchrotron (ESRF), dont le rayonnement, beaucoup plus puissant, permet d'étudier de tous petits effets et de suivre les réactions chimiques.



Le Synchrotron (ESRF)

Exemple d'analyse en archéologie

Les rayons X sont utilisés dans la science des matériaux et dans le domaine médical. Ils permettent aussi l'analyse de vestiges archéologiques : la micro-fluorescence X et la micro-diffraction X ont servi à analyser les compositions des pigments d'une peinture romaine et à reconstruire l'aspect originel de celle-ci. Ces analyses sont le fruit d'une collaboration entre le Centre de Recherche du Louvre et le CNRS.

