

DIFFRACTION des RX

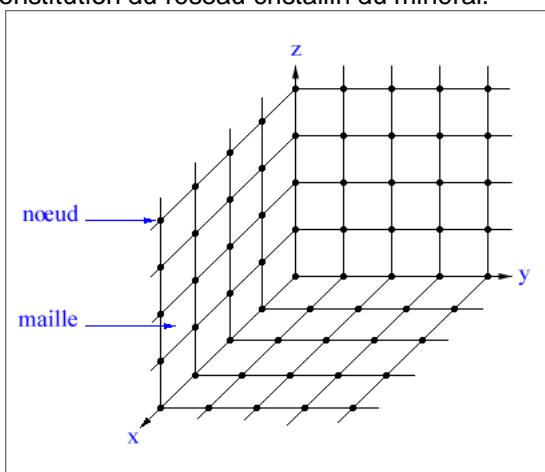
Rédiger une synthèse, étayée par l'ordre de grandeur de données numériques et leur mise en relation, pour traiter la problématique suivante : « Les rayons X permettent de déterminer les structures cristallines. »

Document <http://www.culture.gouv.fr/culture/conservation/fr/methodes/diffrax.htm>

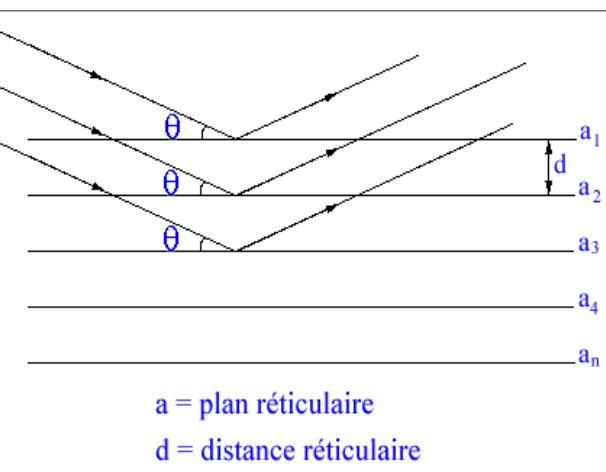
Historique. A la suite de la découverte des rayons X par Röntgen en 1895, les premières applications ont été tournées vers l'étude des cristaux car on espérait mettre en évidence les atomes constitutifs des molécules et confirmer ainsi la justesse du nombre d'Avogadro.

En 1912 le physicien Laue détermine grâce à un réseau cristallin la longueur d'onde de rayons X. Il devint donc possible de faire l'inverse, c'est-à-dire de déterminer les distances entre les atomes grâce à ces mêmes rayons. La plupart des scientifiques du début du siècle dont Pasteur utilisèrent ainsi les rayons X pour étudier les corps cristallisés.

Principe. Les corps cristallins peuvent être considérés comme des assemblages de plans réticulaires plus ou moins denses. Les plans contiennent les atomes : certains plans contiennent bien plus d'atomes que d'autres en fonction de la formule chimique du minéral. Ces plans réticulaires sont séparés par des distances caractéristiques (d) selon la nature du cristal ou du minéral considéré. Trois ou quatre distances réticulaires bien choisies permettent une reconstitution du réseau cristallin du minéral.



Organisation tripériodique d'un cristal



Principe de la loi de Wulff-Bragg

Avec un rayonnement de longueur d'onde suffisamment petit on peut obtenir des diffractions par les plans réticulaires (de la même manière que les rayons lumineux sont diffractés par les petites fentes d'un réseau en optique). La théorie a été élaborée concomitamment par W.L. Bragg et G.Wulff : on l'appelle la **relation de Wulff-Bragg**.

Un faisceau de rayons X incident de longueur d'onde λ ne sera réfléchi par une famille de plan que dans la mesure où il rencontre ces plans sous certains angles dit angles de Bragg tel que :

$$\sin \theta = \frac{n \lambda}{2 d}$$

λ est longueur d'onde du rayonnement diffracté,
n l'ordre de diffraction
d la distance réticulaire des plans cristallographique

Rayons X utilisés : $0,5 \ 10^{-10} < \lambda < 2 \ 10^{-10} \text{ m}$

Distances réticulaires dans les cristaux : de l'ordre de 10^{-9} m

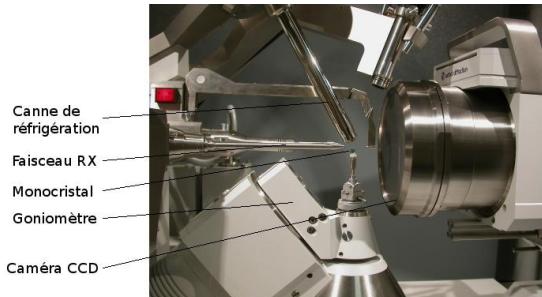
DIFFRACTION des RX corrigé

Pourquoi les rayons X permettent-ils de déterminer les structures cristallines ?

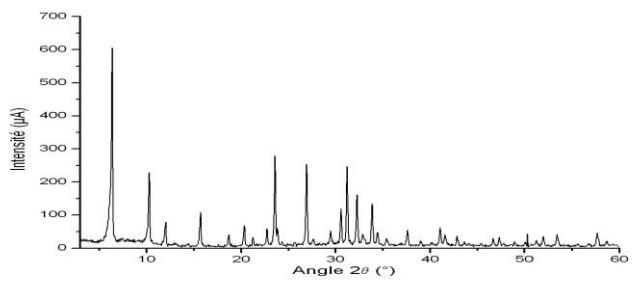
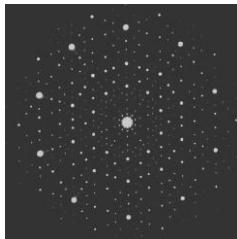
D'après la relation de Wulff-Bragg les angles de diffractions θ correspondent à $\sin \theta = \frac{n \lambda}{2 d}$

Ces angles sont exploitables si les ordres de grandeur des longueurs λ et les distances inter-réticulaires d ne sont pas trop différentes. C'est en effet le cas pour les rayons X utilisés ($0,5 \cdot 10^{-10} < \lambda < 2 \cdot 10^{-10}$ m) puisque les distances réticulaires dans les cristaux sont de l'ordre de 10^{-9} m.

Par exemple pour les premiers ordres de diffraction ($n = 1$ et 2) avec $\lambda = 1 \times 10^{-10}$ m et $d = 10^{-9}$ m, on obtient $\sin \theta = 0,05$ et $\sin \theta = 0,1$ donc $\theta = 0,05$ rad = $2,9$ deg et $\theta = 0,1$ rad = $5,7$ deg.



diffraction pattern of an aluminium-manganese (Al-Mn) alloy



X-rays diffraction pattern for a single Si crystal

