

La cristallographie, un code barre pour la connaissance de la matière et de la vie

La cristallographie associe la physique, la chimie, les mathématiques, la science des matériaux, mais aussi la biologie et la médecine, et bien évidemment les sciences de la terre. Pour faire simple, elle englobe l'ensemble des moyens permettant d'observer la structure des matériaux à l'échelle de l'atome, d'en comprendre l'organisation spatiale et d'en étudier les propriétés.

Les applications de la cristallographie se retrouvent dans quasiment tous les domaines de l'activité scientifique ou technique : sciences de l'environnement, archéologie, paléontologie, minéralogie, géologie, préservation du patrimoine, métallurgie, optique, électronique, biotechnologies, industrie pharmaceutique, industrie des cosmétiques et des parfums. Elles concernent donc de multiples secteurs scientifiques, techniques et industriels et sont un vecteur d'innovation essentiel.

Les matériaux, de plus en plus performant, entre dans notre quotidien. Du dentifrice aux éléments d'avion, du sel de cuisine au ciment de nos immeubles, des feux rouges de nos voitures à nos écrans de télévision, en passant par les nouveaux supports magnétique de stockage des données informatiques... N'oublions pas la neige que nous redoutons quelque fois mais aussi les glaces que nous dégustons souvent avec plaisir !

Aujourd'hui la cristallographie est une science de pointe, utilisant des techniques très puissantes (rayonnement synchrotron, neutrons, électrons) pour explorer des matériaux de toutes sortes ainsi que la matière vivante (structure des protéines, virus, enzymes, bio-récepteurs...) et participant à l'élaboration de nouveaux médicaments.

EN VRAC

ACTUALITÉ

Savez-vous que la cristallographie a été utilisée par la police scientifique du Royaume-Uni pour détecter la fraude alimentaire (food forensics) sur les plats cuisinés censés être à base de bœuf alors qu'il s'agissait en réalité de plats à base de viande de cheval ?

CONCOURIR A L'INTERNATIONAL

En 2014, l'UNESCO lance un concours de « croissance cristalline », ouvert aux élèves de l'enseignement du secondaire du monde entier. L'objectif est de faire croître un monocristal à partir d'une solution saturée en sel et d'obtenir le plus gros et le plus pur des monocristaux !
contact100anscristallo@gmail.com

DO YOU SPEAK MATHÉMATIQUE ?

La géométrie des cristaux permet de jouer avec des cubes, octaèdres, rhomboèdres et autres polyèdres, avec des sphères aussi, et de s'amuser de l'empilement des uns et des autres. La cristallographie permet aussi de parler de symétrie et d'asymétrie, de la théorie des groupes et de l'algèbre linéaire, de la fonction des mailles, des réseaux et de ses nœuds, des systèmes et des architectures...

EXPRESSIONS SALÉES

Nous utilisons tous les jours ce cristal de chlorure de sodium comme condiment. Mais savez-vous commenter ces expressions ou leur origine ? Mettre son grain de sel - Mettre du sel sur la plaie - Quand une note est salée - A la croque au sel – Une barbe poivre et sel - Le sel de la vie - Avec un grain de sel (cum grano salis) - Faire le sel de - Vous êtes le sel de la terre - Être changé en statue de sel - Un petit peu de sel dans l'assiette vaut mieux que beaucoup de sel dans la casserole... En connaissez-vous d'autre ?

FOCUS

La science des matériaux regroupe l'étude et la mise en œuvre des matières qui constituent les objets qui nous entourent : métaux, polymères, céramiques, etc. Elle repose sur la relation entre les propriétés, les performances et la structure d'un matériau. La connaissance et la maîtrise des phénomènes microscopiques confèrent aux scientifiques et aux industriels la possibilité d'élaborer des matériaux aux propriétés et aux performances voulues.

HISTOIRE DES SCIENCES

Il y a 100 ans, le théoricien Max von Laue et les physiciens Walter Friedrich et Paul Knipping réalisaient la première photographie de diffraction des rayons X par un cristal de sulfate de cuivre, apportant la preuve expérimentale que les rayons X sont des ondes et que les cristaux ont une organisation périodique à l'échelle moléculaire.

MÉTIERS DANS LA FAMILLE DE CRIS...

Son père est ingénieur en cristallographie dans une grande entreprise d'aéronautique. Sa mère est technicienne en imagerie dans un service hospitalier qui étudie les calculs rénaux. Son frère aîné, écologiste, travaille au développement de nouveaux processus de stockage de l'énergie et sa grande sœur, artiste, travaille dans un musée où elle date des œuvres d'art anciennes. Cris lui, le benjamin, s'apprête à faire un stage chez un tailleur de pierre pour devenir lapidaire.

ORDRE ET DÉSORDRE

L'étude de l'ordre et du désordre est la préoccupation centrale du cristallographe. Les différents états de la matière nous font voyager du désordre de l'état gazeux, à l'ordre des structures cristallines, où chaque particule occupe une position parfaitement définie de l'espace, que l'on peut modéliser. Pourquoi les quasi-cristaux sont-ils venus bousculer la cristallographie géométrique par leurs symétries interdites ?

QUESTION POUR UN CHAMPION

Sachant que tout deux sont constitués de carbone, savez-vous pourquoi le diamant (d'origine volcanique ou produit industriellement) est très dur alors que le graphite (pour ceux qui utilisent encore des crayons) est mou ? Et bien, les atomes du diamant s'organisent dans une structure cubique rigide, alors que ceux du graphite s'agencent en feuillets superposés permettant ainsi à chacun de glisser sur l'autre.

RIONS UN PEU

Lorsqu'un minéralogiste parle de béryl, le gemmologiste voudra savoir s'il s'agit d'émeraude, d'aigue-marine, d'héliodore ou de morganite. Là où le minéralogiste voit un cornichon, le gemmologiste espère un rubis ou un saphir !

SACCHAROSE ET COMPAGNIE

Le sucre blanc est largement utilisé dans l'alimentation humaine et constitue même la base de certains secteurs de l'agroalimentaire. Il est extrait de plantes (canne à sucre, betterave sucrière). Mais quelle différence y a-t-il entre le sucre en morceau, le sucre grain, le sucre glace, le sucre semoule, le sucre cristallisé... En d'autres termes, que savez-vous de sa granulométrie ?

US, COUTUMES, MODES

À travers une approche historique, épistémologique et patrimoniale des minéraux, on peut analyser le changement d'image des minéraux dans nos sociétés. Notamment la façon de les collectionner. Par exemple, leur passage progressif du statut d'objet précieux à des collections classées et inventoriées, puis à des objets d'enseignement et de recherche et maintenant au service de la production industrielle de matériaux de haute technologie.

QUELQUES DATES A RETENIR

1912-1913 Découvertes de la diffraction des rayons X par les cristaux de Max von Laue (1912)

et des Bragg (1913). Prix Nobel respectivement en 1914 et 1915

1953 Découverte par Francis Crick, James Watson et Rosalind E. Franklin de la structure en double hélice de l'ADN, par diffraction des rayons X

2009 Prix Nobel de chimie pour Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz et Ada Yonath pour l'étude de la structure et de la fonction du ribosome

2011 Prix Nobel de chimie pour Dan Shechtman pour sa découverte des quasicristaux en 1982

2012 Prix Nobel de chimie à Brian Kobilka et Robert Lefkowitz pour leur travail sur des protéines membranaires appelées « récepteurs »

RESSOURCES WEB

Comité de pilotage de l'AICR 2014

<http://www.aicr2014.fr>, contact@aicr.fr

Association française de cristallographie, AFC

<http://www.afc.asso.fr/>

Union internationale de cristallographie, UICr

<http://www.iucr.org>

Union des professeurs de physique et de chimie UDPPC

<http://www.udppc.asso.fr/national/>

100 ans de cristallographie

<http://echoscience-grenoble.fr>

Techniques de production du sel

<http://www.universalis.fr/encyclopedie/sel/1-variete-des-techniques-de-production/>

Fabriquer des arbres à cristaux

<http://www.echosciences-grenoble.fr/actualites/fabriquer-un-arbre-cristaux>

Pour la minéralogie

<http://www.musee.mines-paristech.fr/>

<http://www.museum-mineral.fr/home.php#>

http://www.impmc.upmc.fr/fr/collection_de_mineraux.html

Voir les sites des organismes de recherche, des universités et des grandes écoles