



## 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 matières et 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 maintenant un vecteur d'innovation essentiel.

**Des matériaux** de plus en plus performants entrent 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...), participant alors à l'élaboration de nouveaux médicaments.

EN VRAC

QUELQUES DATES A RETENIR

RESSOURCES WEB

RECHERCHE ICONOGRAPHIQUE

### 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 a lancé un concours de « croissance cristalline », ouvert aux élèves de l'enseignement du secondaire du monde entier. L'objectif était 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 !

### 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 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.

## **LCD ou ACL ?**

---

Vous utilisez certainement des appareils à affichages électroniques ; téléphones portables, écrans d'ordinateurs, de téléviseurs, appareils photo, caméras, etc. Et bien, vous utilisez sans le savoir les nombreuses ressources des cristaux liquides, LCD en anglais (Liquid Crystal Display). Savez-vous comment s'appelle cette technologie en français ?

## **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

**1991** Alors ministre de la recherche, Hubert Curien, décide de fêter les dix ans du ministère en ouvrant ses jardins au public pour la première fois. Cet événement préfigure la manifestation Science en Fête, qui deviendra plus tard la Fête de la Science. Cristallographe, il a notamment découvert une nouvelle forme cristalline du gallium dans le cadre de ses travaux au laboratoire de minéralogie et de cristallographie de l'Université de Paris.

**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](mailto: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](http://www.impmc.upmc.fr/fr/collection_de_mineraux.html)

## Presse

<http://passeurdessciences.blog.lemonde.fr/2014/01/23/lemonde-fr-etoffe-son-offre-scientifique/>

[http://www.lemonde.fr/sciences/article/2014/04/14/chez-les-eleveurs-de-cristaux\\_4401025\\_1650684.html](http://www.lemonde.fr/sciences/article/2014/04/14/chez-les-eleveurs-de-cristaux_4401025_1650684.html)

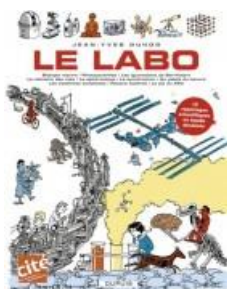
[http://www.lesechos.fr/journal20140414/lec1\\_idees\\_et\\_debats/0203413908152-le-cristal-une-fenetre-ouverte-sur-le-vivant-664303.php](http://www.lesechos.fr/journal20140414/lec1_idees_et_debats/0203413908152-le-cristal-une-fenetre-ouverte-sur-le-vivant-664303.php)

## Exposition itinérante « cristalô » du CNRS

<http://www.cnrs.fr/cristallo/spip.php?article123>

- voir les autres ressources : <http://www.cnrs.fr/cristallo/>

## Bande dessinée « Le labo »



auteur : Jean-Yves Duhoo

éditions : Dupuis

résumé : Ce premier tome du Labo regroupe une série de reportages BD réalisés par Jean-Yves Duhoo pour le Journal de Spirou, qui publie depuis un an et demi les visites de ce dernier dans les laboratoires d'organismes de recherche prestigieux comme le Centre National de la recherche scientifique (campus de Gif sur Yvette), le CNRS, au Museum d'Histoire naturelle, l'Institut de Biologie Physico-chimique, l'Observatoire de Paris, ou encore le Synchrotron (accélérateur de particules de la Plaine de Saclay, en France).

## RECHERCHE ICONOGRAPHIQUE

**Quel que soit le cadre de l'utilisation des images, même gratuite, le respect du copyright © et du nom de l'auteur reste une obligation légale.** Souvent, les modalités financières de l'utilisation de ces images sont appréciées en fonction de l'usage souhaité, vous pouvez donc solliciter leur utilisation gratuite, pour une utilisation précise, dans le cadre de la Fête de la Science.

. Pensez aux photothèques des universités (Ctrl + clic) :

Université de [Cergy Pontoise](#)

Université d' [Évry-Val d'Essonne](#)

Université [Paris 10 Ouest Nanterre la Défense](#)

Université [Paris Sud : Paris 11](#)

Université de [Versailles Saint Quentin en Yvelines](#)

Université Panthéon-Sorbonne [Paris 1](#)

Université Panthéon-Assas [Paris 2](#)

Université de la Sorbonne Nouvelle [Paris 3](#)

Université Paris-Sorbonne [Paris 4](#)

Université Paris Descartes [Paris 5](#)

Université Pierre et Marie Curie [Paris 6](#)

Université Paris Diderot [Paris 7](#)

Université Paris Dauphine [Paris 9](#)

Université Vincennes-Saint-Denis [Paris 8](#)

Université de [Paris-Est Marne-la-Vallée](#)

Université [Paris-Nord : Paris 13](#)

. Pensez aux photothèques des organismes et Institut de recherche (Ctrl + clic) :

ADEME - [site de l'ADEME](#)  
 ADIT - [site de l'ADIT](#)  
 ANDRA - [site de l'ANDRA](#)  
 B.R.G.M. - [site du B.R.G.M.](#)  
 C.E.A. - [site du C.E.A.](#)  
 C.E.E. - [site du C.E.E.](#)  
 CEPH - [site du CEPH](#)  
 CIRAD - [site du CIRAD](#)  
 CNES - [site du CNES](#)  
 C.N.R.S. - [site du C.N.R.S.](#)

INED - [site de l'INED](#)  
 INERIS - [site de l'INERIS](#)  
 INRA - [site de l'INRA](#)  
 INRIA - [site de l'INRIA](#)  
 INSERM - [site de l'INSERM](#)  
 Institut Curie - [site de l'Institut Curie](#)  
 Institut Pasteur - [site de l'Institut Pasteur](#)  
 IPEV - [site de l'IPEV](#)  
 I.R.D. - [site de l'I.R.D.](#)  
 I.R.S.N. - [site de l'I.R.S.N.](#)

GENOPOLE - [site du Gip GENOPOLE](#)  
 IFÉ - [site de l'IFÉ](#)  
 IFREMER - [site de l'IFREMER](#)  
 IFSTTAR - [site de l'IFSTTAR](#)  
 INCA - [site de l'INCA](#)

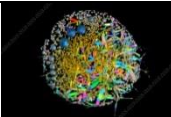





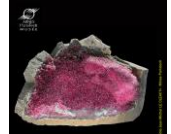
IRSTEA l'environnement - [site de l'IRSTEA](#)  
 ONERA - [site de l'ONERA](#)  
 OSEO - [site d'OSEO](#)  
 O.S.T. - [site de l'O.S.T.](#)




. Pensez aux photothèques d'autres organisations (Ctrl + clic) :

M.N.H.N - [site du Musée national d'histoire naturelle](#)  
 Musée du quai Branly - [site du musée du quai Branly](#)

Musée des arts et métiers - <http://arts-et-metiers.net/>  
 Universcience - [site de Universcience](#)

## Quelques exemples

	Polycrystallisation... © CNRS Photothèque / Noël PINAUD
	Cristaux de rénine humaine... © Inserm /Mornon, Jean-Paul
	Fonte des glaciers... © IRD / Anthelme, Fabien
	Représentation du chlorure de sodium en cristallographie © www.chimsoft.com / Alain Demolliens
	Modules photovoltaïques.... © P.Avavian /CEA
	Détermination de la structure d'un enzyme par cristallographie © Institut National Agronomique Paris Grignon / Ahmed Meksem
	Synthèse du rubis... © Mines ParisTech /Jean-Michel Le Cleac'h

	Collection de minéraux de l'IMPMC-UPMC... © UPMC <b>Demandez le nom du photographe</b>
	Stockage Informatique Gaïa... © CNES/GRIMAULT Emmanuel
	Dan Shechtman, prix Nobel 2011, découvreur des quasicristaux © ECP Lyon <b>Demandez le nom du photographe</b>