

2014, une année d'exception pour la cristallographie

René Guinebretière⁽¹⁾ (rene.guinebretiere@unilim.fr), Jean-Louis Hodeau⁽²⁾ (jean-louis.hodeau@neel.cnrs.fr) et Bernard Capelle⁽³⁾ (bernard.capelle@upmc.fr)

(1) Président de l'Association Française de Cristallographie, président du comité de pilotage pour l'année internationale de la cristallographie en France, ENSCI, SPCTS UMR CNRS 7315, 87068 Limoges

(2) Université Grenoble Alpes, Institut Néel, BP 166, CNRS, 38042 Grenoble Cedex 9

(3) Université Pierre et Marie Curie, IMPMC, UMR 7590 CNRS/UPMC/IRD/MNHN, Case 115, 4 place Jussieu, 75004 Paris

2014, Année internationale de la cristallographie en France, a permis de fédérer sept sociétés savantes qui, avec les principales tutelles scientifiques, ont construit des événements nationaux, mis à disposition des outils de communication et relayé de très nombreuses initiatives en Région.

Du collégien au chercheur averti en passant par l'homme de la rue, nous avons interpellé, provoqué l'étonnement, expliqué... et parfois sans doute convaincu que la cristallographie, science transversale par essence, est au cœur de notre monde moderne.

Remerciements

Il n'y a pas d'action effective sans engagements personnels forts. Nous remercions profondément tous les collègues qui, en Région, ont bâti concrètement les actions de cette année internationale. Bien sûr, tout ceci n'a été possible que grâce à l'action conjointe des sociétés savantes déjà citées, d'institutions, d'universités et de laboratoires : nous les en remercions. Tout au long de l'année 2014, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche⁽²⁾ a fortement soutenu nos actions et parfois levé quelques verrous délicats à manœuvrer ; qu'il soit ici remercié.

Le 15 juin 2012, l'assemblée générale des Nations Unies a décidé de proclamer 2014 « Année internationale de la cristallographie » (IYCr2014). C'est dès ce moment, qu'à l'initiative de l'Association Française de Cristallographie, la communauté des cristallographes français a mis en place un comité de pilotage national rassemblant sept sociétés savantes (AFC, SFMC, SFN, SF μ , SCF, SFP, UdPPC)⁽¹⁾, ainsi qu'un représentant pour chacune des institutions suivantes : le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, le CNRS, l'Union Internationale de Cristallographie (IUCr), le synchrotron SOLEIL et le Laboratoire Léon Brillouin. De septembre 2012 à janvier 2015, ce comité s'est réuni à un rythme mensuel avec l'objectif de mettre en place des actions d'ampleur nationale, de relayer les activités menées en Région et de mettre à disposition de tous les acteurs concernés des contenus et supports de communication. Au-delà de ces membres, ce comité s'est entouré d'un réseau de correspondants en Région qui, animant des équipes rassemblant enseignants, chercheurs et spécialistes de la communication, ont fortement contribué au caractère national de cette année unique.

De tout temps, la beauté des cristaux et leur régularité géométrique ont interpellé les esprits curieux, qu'ils soient profanes ou savants. La cristallographie a ceci de particulier que, bien qu'elle soit une science largement méconnue, son objet d'étude, les cristaux, suscite un *a priori* positif du grand public. L'année internationale de la cristallographie en France (AICr 2014)

(1) AFC : Association Française de Cristallographie ; SFMC : Société Française de Minéralogie et de Cristallographie ; SFN : Société Française de Neutronique ; SF μ : Société Française des Microscopies ; SCF : Société Chimique de France ; SFP : Société Française de Physique ; UdPPC : Union des Professeurs de Physique et de Chimie.

(2) Lorsque les activités de l'année internationale de la cristallographie ont débuté, l'enseignement supérieur et la recherche relevaient en effet d'un ministère de plein exercice. C'est sous le haut parrainage de la ministre d'alors que se sont déroulées nos actions.



1. Brian Kobilka, prix Nobel de chimie en 2012 pour ses travaux sur les récepteurs couplés aux protéines G, observant devant notre exposition lors de la cérémonie d'ouverture à l'UNESCO, le diffractomètre qu'il a utilisé à l'ESRF.

a donc concerné tout aussi bien l'homme de la rue que le chercheur, le collégien que le doctorant, l'artiste épris de symétrie que le scientifique. Dans ce contexte général, notre action a pris des formes multiples basées sur des expositions, des animations, des cycles de conférences, un concours national de croissance cristalline, des événements festifs, des jeux...

La cérémonie internationale d'ouverture de l'IYCr2014 s'est tenue au siège de l'UNESCO à Paris, les 20 et 21 janvier 2014 (fig. 1). En plus de sa participation active à cette cérémonie, la communauté française a décidé d'organiser à Paris des événements nationaux. Les 17 et 18 janvier, s'est tenu un « Festival de la cristallographie à Paris » (fig. 2), tourné résolument vers le grand public. Il s'est agi d'illustrer ce qu'est la cristallographie, notamment à travers des présentations de dispositifs expérimentaux simples et par un ensemble de conférences.



2. Deux journées grand public pour ouvrir l'Année internationale de la Cristallographie en France.

Le 22 janvier, nous avons organisé à l'UNESCO une journée scientifique destinée aux chercheurs et intitulée « *La cristallographie, une clé de la connaissance* ». Elle a réuni environ 250 scientifiques et, retransmise en direct en région, elle a été suivie, en particulier par de nombreux doctorants. De la physique des solides à la biologie en passant par la chimie et les sciences de la Terre, les auditeurs ont pu constater que la cristallographie est au cœur de nombreuses questions sociétales actuelles.

Si la conjecture de Kepler sur l'empilement compact de sphères était une idée, certes basée sur l'observation mais néanmoins purement théorique [1], très rapidement la cristallographie s'est appuyée sur le développement d'instruments de mesure. Du goniomètre de Carangeot initialement taillé dans une carte à jouer, aux diffractomètres ou spectromètres aujourd'hui implantés sur les sources les plus modernes de rayons X ou de neutrons, la cristallographie est très largement tributaire du développement d'instruments toujours plus sophistiqués. Nous avons voulu marquer ce lien en organisant le 6 juillet 2014 au sein du musée des Arts et Métiers une journée axée sur la cristallographie et l'instrumentation (fig. 3). Cette journée, mise en place très largement par les services de communication du CNRS, a attiré 2200 visiteurs.

Au cœur de notre action de diffusion de la connaissance, nous avons placé l'exposition « Voyage dans le cristal » (fig. 4), que nous avons décliné sous plusieurs versions. Cette exposition, construite initialement en 2009 avec le Muséum



3. « Cristalô » : une journée de sensibilisation sur la cristallographie et l'instrumentation.

d'Histoire naturelle de Grenoble, a été totalement dématérialisée et mise à disposition de l'ensemble des acteurs de l'année internationale de la cristallographie. Grâce notamment à l'aide de l'IUCr, elle a été traduite en 12 langues différentes. Chacun des acteurs a pu utiliser directement les panneaux, en créer quelques autres associés souvent à des réalités locales, et les compléter par des objets ou instruments divers. Au total, cette exposition a été présentée en France dans plus de 70 sites différents, qu'il s'agisse de lieux para-universitaires, de bibliothèques, de musées ou encore de maisons de la culture. Basée sur un parcours en trois étapes : (i) l'émerveillement devant la beauté des cristaux, (ii) les cristaux objet de science, (iii) les cristaux au cœur du monde moderne, l'exposition « Voyage dans le cristal » a été le support d'interrogations suscitant l'intérêt pour la science [2].

Il convient de voir, de toucher et par là de s'interroger ; néanmoins, la compréhension passe aussi par la parole et l'échange. La communauté des cristallographes a ainsi organisé tout au long de l'année 2014 et même un peu au-delà, des cycles de conférences qui se sont déroulés dans un grand nombre de villes en France. Les initiatives, très nombreuses, ont souvent été le fait d'équipes structurées au niveau des grandes capitales régionales ; parfois, elles ont été menées de façon beaucoup plus locale. Globalement, ce sont ainsi entre 150 et 200 conférences qui ont été données. Organisées localement, elles ont été labélisées et cofinancées par le comité de pilotage national. Du lycéen attentif au chercheur dubitatif, du collectionneur de cristaux au professeur de classe préparatoire qui cherche des illustrations pour son cours, de l'honnête homme en quête de connaissances au passant attiré

>>>



4. « Voyage dans le cristal », une exposition pour s'émerveiller et comprendre.



a



b

5. Concours de croissance cristalline.

(a) Attention, lorsqu'il s'agit de contrôler la croissance des cristaux, la température est un paramètre clé !
 (b) Remise de prix à l'école Mines ParisTech.



6. Le jeu comme outil de communication : les pyramides de Kepler, ou comment retrouver des opérations de symétrie simple.

>>>

par la lumière d'une salle de conférence, auprès de ces publics divers, ces conférences ont provoqué curiosité, enthousiasme et interrogation. Gageons qu'elles susciteront chez certains une soif de science... et peut-être de cristallographie.

L'un des enjeux majeurs a été assurément de s'adresser aux plus jeunes. Depuis plusieurs années, des professeurs de lycée organisent à Lille un concours de croissance cristalline. Nous avons décidé de mettre en place en 2014 ce concours sur l'ensemble du territoire national. Grâce notamment à l'aide logistique de collègues de l'École de chimie de Lille (ENSCL), ce sont ainsi plus de 10 000 collégiens et lycéens qui ont en 2014 participé avec leurs professeurs à ce concours du plus beau ou du plus gros cristal (fig. 5a) ! Un second concours, portant sur la réalisation d'« arbres à cristaux », a été organisé pour les élèves du primaire et a impliqué lui aussi plusieurs milliers d'élèves. Un prix régional a été remis au sein de chaque académie et nous avons organisé une remise nationale de prix à l'école Mines ParisTech (fig. 5b), suivie par une visite de son musée historique. Quel universitaire peut ne pas être impressionné par une action qui touche 10 000 futurs étudiants potentiels ? Cette réussite exceptionnelle a induit des vocations, et de nombreuses académies ont poursuivi cette expérience.

Depuis déjà longtemps, le discours doctrinal souvent aride n'est plus le vecteur essentiel de l'enseignement. Comme nous l'avons vu plus haut, voir et toucher permettent de s'interroger. Une approche complémentaire est

l'usage d'accessoires de démonstration ou encore de jeux, qu'ils soient conventionnels ou interactifs *via* internet.

En collaboration avec des centres INMEDIA, des collègues de Grenoble ont réalisé un jeu, puis un site *web*, www.krystallopolis.fr, qui permettent de « voyager au cœur de la matière ». La construction d'un empilement compact de sphères conduit tout un chacun à tester, en suivant Kepler, son aptitude à mettre en pratique les fondements des lois de symétrie. Nous avons ainsi diffusé à plus de 4000 exemplaires le jeu « Pyramide de Kepler » (fig. 6). Un empilement périodique peut donc être représenté à l'aide de sphères, sa périodicité peut aussi être illustrée à l'aide d'une transformée de Fourier. Nous avons diffusé un dispositif transportable, conçu et construit par un chercheur d'Orsay, qui permet de réaliser in direct la transformée de Fourier de n'importe quel objet (voir *Reflets* n° 39, p. 44).

Au terme d'une année bien remplie, il nous a fallu conclure. La cristallographie est sans doute une science un peu moins mystérieuse pour certains. Nous avons montré que la mobilisation et l'utilisation de moyens de communication adaptés permettent de provoquer de multiples rencontres entre le citoyen, la science en général et la cristallographie en particulier. Au cours de la cérémonie de clôture, nous avons organisé une table ronde sur le devenir de la cristallographie avec la participation de deux des directeurs d'instituts du CNRS, du directeur du

synchrotron SOLEIL et de la directrice du LLB. Cette clôture s'est déroulée le 18 décembre au Muséum national d'Histoire naturelle et a été suivie par l'inauguration de l'exposition « Trésors de la Terre » de ce muséum par les ministres Ségolène Royal et Geneviève Fioraso.

Le volume d'enseignement de la cristallographie décroît dans les cursus universitaires de licence et de master. Trop souvent, la cristallographie est vue comme une technique et n'est présentée que de façon très superficielle. Cependant, à l'heure où toutes les agences de moyens proposent des programmes basés sur les problématiques sociétales et non plus sur les grandes disciplines scientifiques, la cristallographie, science transversale par excellence, a assurément son mot à dire, et ces changements de paradigme constituent probablement une opportunité qu'il nous faut saisir. La cristallographie est une des sciences clé du futur. Si nous savons proposer aux étudiants en master ou aux doctorants un enseignement pluridisciplinaire qui s'appuie sur leurs connaissances de base et qui est à la hauteur de ces enjeux sociétaux, alors nous aurons réussi notre action. ■

Références

- 1• J. Kepler, "Strena seu de nive sexangula" (1611). Traduction en français par R. Halleux. J. Vrin, Paris (1975).
- 2• J.L. Hodeau, R. Guinebretière, "The experience of « Voyage dans le cristal » travelling museum exhibition", *J. Appl. Cryst.* **48** (2015), sous presse.