

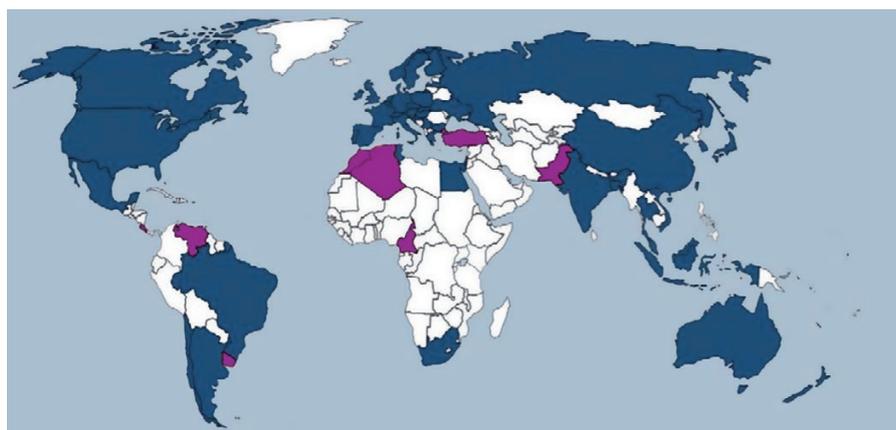
Le développement de la cristallographie en Afrique

Une initiative de l'Union Internationale de la Cristallographie

Claude Lecomte (claude.lecomte@univ-lorraine.fr), professeur émérite à l'Université de Lorraine
Ancien vice-président de l'IUCr, responsable de l'Initiative Afrique
CRM2, Faculté des Sciences et Technologies, BP 70239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex

Une des missions principales de l'Union Internationale de la Cristallographie (IUCr) est de fournir aux doctorants et enseignants universitaires des pays en voie de développement des formations et enseignements en cristallographie, et de les familiariser avec les méthodes de recherche modernes.

Jusqu'à récemment, le continent africain était quasiment absent dans cette discipline (fig. 1), pourtant indispensable à la maîtrise de ses ressources naturelles. Ce constat a poussé l'IUCr à consacrer une large partie de ses efforts au développement de la cristallographie en Afrique.



1. Pays membres de l'IUCr. En bleu, pays membres avant 2014 (en Afrique : Afrique du Sud, Égypte et Tunisie). En violet, pays membres acceptés en 2014 (en Afrique : Algérie, Cameroun et Maroc).

La cristallographie est une discipline située au carrefour de la physique, de la chimie, de la géologie, des sciences des matériaux et des sciences de la vie, d'où un nombre potentiel d'utilisateurs élevé et la possibilité de créer une vie scientifique variée. De plus, ce domaine scientifique intéresse le monde industriel, par exemple en Afrique, les industries minières. C'est pourquoi l'Union internationale de la cristallographie (IUCr, www.iucr.org) a proposé un programme ambitieux destiné à tous les pays d'Afrique et appelé "IUCr African Initiative". Cette initiative vise à promouvoir et à développer l'enseignement et la recherche en sciences structurales, par la création et l'aide au fonctionnement d'au moins un centre national de cristallographie par pays. Le but ultime est de rendre ces pays opérationnels et indépendants dans ces domaines.

Ce programme est un partenariat entre trois acteurs :

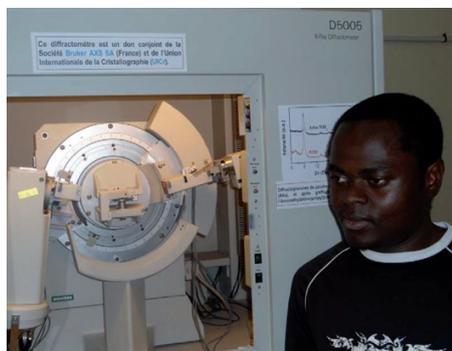
- l'université africaine où sera créé le centre de cristallographie ;
- un partenaire industriel, qui fournit gratuitement des appareils de diffraction de seconde main entièrement rénovés ;

- l'IUCr qui sélectionne l'université hôte, organise la formation et paye le transport des appareils.

L'année internationale de la cristallographie (IYCr2014, www.iycr2014.org) a permis d'associer deux autres partenaires :

- l'UNESCO, avec qui l'IUCr travaille depuis l'avènement de l'IYCr, et qui facilite les relations universitaires et politiques et contribuera au financement d'écoles et de laboratoires itinérants ;
- l'ICSU (Conseil international pour la science, www.icsu.org), qui cofinance en 2016 avec l'IUCr, l'UNESCO et les partenariats privés, trois ateliers au Maghreb, en Afrique du Sud et au Cameroun (premier congrès panafricain de cristallographie).

Pour réussir un tel projet, l'IUCr demande à l'université sélectionnée de s'engager sur les plans humain et financier, en créant au moins un poste d'enseignant-chercheur en cristallographie (si les compétences n'existent pas localement) et en payant les fournitures et accessoires du diffractomètre : préparation de la salle qui abritera les instruments, achat des tubes à rayons X, du PC pilote, voire d'un



2. Le diffractomètre pour poudres de l'Université de Dschang (Cameroun).

3. Premier atelier sur la résolution des structures cristallines à l'Université de Dschang (Cameroun) en 2013.



système de basses températures dans les cas les plus favorables. Ainsi, un minimum de 10 k€ doit être investi par l'université pour garantir l'implication de la hiérarchie universitaire dans ce projet ; ceci représente beaucoup pour une université africaine, mais très peu par rapport au prix d'un diffractomètre (400 k€). Un partenaire clé de cette initiative est la compagnie Bruker France, qui a accepté d'équiper gratuitement les universités africaines reconnues par l'IUCr en diffractomètres pour poudres ou monocristaux en parfait état d'utilisation.

Les premiers enseignants-chercheurs à bénéficier de ces diffractomètres appartiennent à l'Université de Dschang, au Cameroun. Le personnel enseignant-chercheur et les doctorants ont tout d'abord suivi un enseignement intensif en cristallographie et diffraction, cours et TD, de 30 heures en février 2012, dans le but de les préparer à l'arrivée d'un diffractomètre pour poudres. Celui-ci a été installé par la société Bruker en février 2013 (fig. 2). L'Association camerounaise de cristallographie a été fondée pendant cette période. Le Cameroun est le premier pays d'Afrique subsaharienne membre de l'IUCr (fig. 1). Son adhésion – et celles de l'Algérie et du Maroc – a été votée par l'assemblée générale de l'IUCr à Montréal en août 2014. Cette jeune association a aussitôt mis en place son premier atelier sur la résolution des structures cristallines, du 7 au 13 avril 2013 à Dschang, qui attira 34 jeunes professeurs et doctorants originaires d'universités camerounaises et subsahariennes (Gabon, Tchad, Côte d'Ivoire, Mali), et plusieurs personnels chercheurs de l'industrie minière (fig. 3). Cette école, cofinancée par l'IUCr, l'Association camerounaise de cristallographie, l'Université de Dschang et la

société Bruker, a été centrée sur les méthodes de détermination des structures cristallines par diffraction X, sur poudre et sur monocristal. Les enseignants étaient français, camerounais et ivoiriens.

Ce premier centre de cristallographie devra former le personnel d'autres universités dans la sous-région Afrique centrale, et jouer le rôle de centre national et régional de cristallographie. Ses activités actuelles sont académiques et industrielles : collaboration avec les industries minières, utilisation du diffractomètre pour l'enseignement licence-master-doctorat. Les programmes de recherche et les sujets de thèse associés sont la recherche de nouveaux principes actifs naturels, la synthèse et la caractérisation de matériaux minéraux et moléculaires, en partenariat avec le récent programme national de prospection des ressources minières et avec la nouvelle École des mines du Cameroun.

Le prochain pays à bénéficier de l'Initiative Afrique de l'IUCr est la Côte d'Ivoire, où existe déjà une équipe de cristallographes reconnus au département de physique de l'Université Félix Houphouët Boigny. Dans ce cadre, un cours avancé de cristallographie a été organisé en 2013, et le projet d'acquisition de deux diffractomètres, pour poudres et pour monocristaux, a été finalisé ; ceux-ci devraient être installés fin 2015. Ce laboratoire sera le premier centre de cristallographie de l'Afrique de l'Ouest.

En octobre 2015, aura lieu à Ziguinchor, Sénégal (www.univ-zig.sn), le premier laboratoire itinérant de cristallographie en Afrique subsaharienne. Ce concept de laboratoire itinérant ("open lab") a été défini conjointement par l'IUCr et l'UNESCO, à l'occasion de l'année

internationale de la cristallographie IYCr2014. À Ziguinchor, deux diffractomètres portables pour poudres et monocristaux, prêtés par la société Bruker, seront installés pour une période d'une semaine, permettant aux chercheurs et étudiants africains de combiner théorie et expérience en réalisant des mesures de diffraction des rayons X. En Afrique, de tels laboratoires ont déjà été organisés en 2014 et 2015 en Afrique du Sud, en Algérie, au Maroc et en Tunisie, et ont connu un très vif succès auprès des étudiants et des chercheurs. Pour les autres pays d'Afrique subsaharienne, qui n'ont pas encore la possibilité d'acquérir de tels équipements, des laboratoires itinérants sont et seront organisés par l'IUCr, Bruker et l'UNESCO, au Gabon en février 2016, puis au Kenya, en Zambie, à Madagascar, au Burkina-Faso, au Bénin... Au fur et à mesure du développement de cette initiative, de plus en plus de chercheurs africains et nord-africains participeront à l'enseignement, ce qui ouvrira la voie à la création d'associations nationales, de réseaux et d'une association africaine de cristallographie.

Les problèmes rencontrés pour faire vivre cette initiative sont principalement d'ordre administratif : extrême lenteur des décisions, problèmes de douane, nécessité de convaincre au plus haut niveau (rectorat, ministère...). Mais ces problèmes sont totalement gommés par l'enthousiasme, la qualité et le dynamisme des étudiants et des jeunes chercheurs (académiques ou personnels d'industries minières) à qui s'adresse cette initiative pour le futur. Le développement logique de cette initiative devrait être de transformer ces centres de cristallographie en centres de mesures physiques et de caractérisation. Pourquoi pas un partenariat avec l'IUPAP ? l'EPS ? la SFP ? ■