

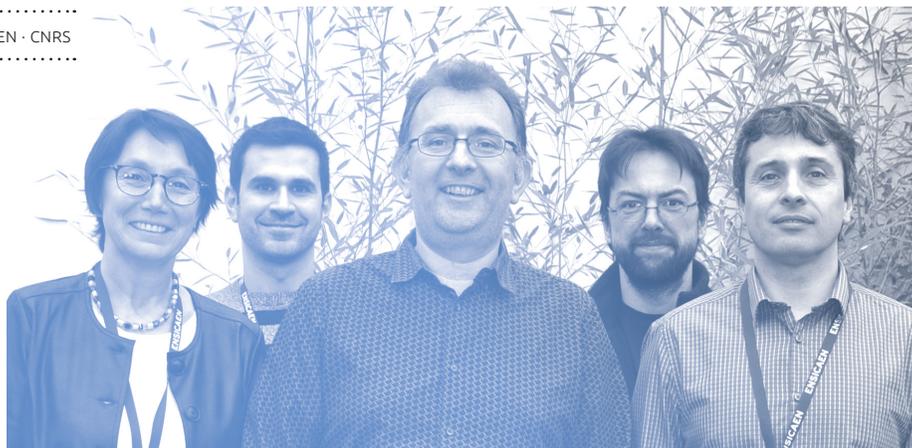
**CRISMAT**Laboratoire de cristallographie  
et sciences des matériaux

UMR 6508 | ENSICAEN · UNICAEN · CNRS

**LCS**Laboratoire de catalyse  
et spectrochimie

UMR 6506 | ENSICAEN · UNICAEN · CNRS

# LA DIFFRACTION DES ÉLECTRONS RÉVÈLE LA STRUCTURE INTIME



2

## DE LA MATIÈRE



Une équipe de neuf chercheurs incluant des chimistes et des physiciens du CRISMAT et du LCS a mis au point une méthode permettant de sonder la matière à l'échelle atomique... jusqu'à localiser la position des atomes d'hydrogène – un atome léger, particulièrement difficile à détecter. Une innovation qui a fait la couverture de la prestigieuse revue américaine *Science*.

La matière est composée de molécules regroupant différents atomes se distinguant par leur nombre de protons, de neutrons et d'électrons. Pour déterminer la structure précise de la matière, les scientifiques s'appuient plus particulièrement sur le cristal – cet assemblage élémentaire d'atomes qui se répète de manière régulière et ordonnée dans la matière. La diffraction des rayons X est la méthode la plus utilisée pour visualiser la position des atomes constituant le cristal. Pour les cristallographes, cette méthode rencontre toutefois des limites lorsqu'il s'agit d'étudier des cristaux de taille inférieure au micromètre, de nombreux solides ne pouvant être obtenus que sous la forme de cristaux de moins d'un milliardième de mètres.

C'est pour répondre à ces limites que des études sont menées à Caen dès 2006 sur la diffraction des électrons – une technique identifiée il y a près d'un siècle dont toutes les potentialités n'ont pas encore été exploitées. Le projet de recherche NICE pour Normandy initiative for crystallography using electrons financé par le LABEX normand EMC3 et porté par Philippe Boullay (CRISMAT), a donné une nouvelle impulsion au projet, en orientant les recherches sur un composé inorganique, l'aluminophosphate de cobalt. Une collaboration avec l'Académie des sciences de République Tchèque a

permis d'expérimenter la méthode sur un composé organique, le paracétamol.

Les travaux conduits par quatre chercheurs tchèques et cinq chercheurs caennais du CRISMAT et du LCS ont démontré l'efficacité de la diffraction des électrons dans l'analyse de la structure de cristaux de très petite taille, y compris de taille nanométrique. L'interaction avec les atomes se révèle plus forte qu'avec les rayons X. Mais les résultats obtenus ont dépassé les espérances : la précision de la méthode est telle qu'elle permet de localiser la position du plus léger des atomes, l'atome d'hydrogène. Composé d'un unique proton autour duquel ne gravite qu'un seul électron, il est le plus simple, le plus petit et le plus léger des atomes... ce qui le rend en effet difficile à localiser. Cette technique ouvre ainsi de nouvelles perspectives pour accéder à des informations plus précises et plus fiables sur la structure cristalline de composés organiques et inorganiques – étape essentielle pour comprendre et améliorer les propriétés de matériaux fonctionnels ou encore, en pharmacologie, pour mettre au point de nouvelles molécules.

Les résultats de ces travaux ont été publiés dans la revue américaine *Science*, qui leur a réservé l'honneur de la couverture – une reconnaissance témoignant de l'excellence de la recherche menée dans les laboratoires caennais.

1. Couverture du numéro 355 de la revue *Science*, représentant l'assemblage ordonné et régulier d'atomes composant un cristal. L'atome d'hydrogène est ici révélé par des halos lumineux. *Hydrogen positions in single nanocrystals revealed by electron diffraction*, Palatinus et al., *Science* 355, 2017, 166-169 (DOI: 10.1126/science.aak9652) © C. Bickel / *Science*

2. De gauche à droite : Svetlana MINTOVA, Moussa ZAAROUR · LCS Philippe BOULLAY, Sébastien PETIT et Olivier PEREZ · CRISMAT © M. Strebel / CRISMAT