

La physique à la conquête de l'infiniment bref

Mise à l'honneur par le prix Nobel 2023, la physique attoseconde s'attaque à une autre dimension de l'infiniment petit : le temps. À la clé, la possibilité de visualiser et contrôler la dynamique des électrons et des réactions chimiques entre atomes.

Le 3 octobre dernier, la physicienne Anne l'Huillier donnait son cours de physique à l'université de Lund, en Suède. À la pause, elle ralluma son portable pour voir si elle avait reçu de nouveaux messages. C'est alors qu'elle apprît la nouvelle : elle venait d'obtenir le prix Nobel de physique conjointement avec le Français Pierre Agostini et l'Austro-Hongrois Ferenc Krausz. Elle était la cinquième femme à recevoir cette distinction, la seconde française après Marie Curie. Mais avant de se laisser emporter par l'émotion, Anne l'Huillier avait quelque chose à terminer : son cours. Ce qu'elle fit, en s'excusant auprès de ses étudiants de ce qu'elle terminerait un peu plus tôt que d'habitude.

Avec ce Nobel, l'Académie royale des sciences de Suède récompensait les méthodes expérimentales ayant permis la production d'impulsions de lumière d'une durée de l'ordre de l'attoseconde, soit un milliardième de milliardième de seconde. Comme aiment le rappeler les chercheurs, il y a autant d'attosecondes dans une seconde que de secondes depuis le Big Bang. Ces impulsions ont ouvert un nouveau champ de recherche : pour la première fois, les scientifiques disposaient d'un outil pour explorer des phénomènes ultrarapides, et en particulier la dynamique des électrons.

« *Quand vous regardez la matière, c'est le cortège électronique qui détermine la position des atomes, explique Valérie Blanchet, physicienne au Centre lasers intenses et applications¹ (Celia). La structuration de la matière, ce sont*

les électrons qui la déterminent. » D'où l'immense intérêt de se focaliser sur ces minuscules particules chargées négativement. La physique attoseconde apporte la dimension « temps » aux sciences de l'infiniment petit : ce n'est pas seulement l'état initial et l'état final d'un système qu'elle permet d'observer, mais aussi la transition de l'un à l'autre. Et ce n'est pas tout : les impulsions attosecondes permettent aussi de contrôler la dynamique des électrons dans la matière. Porté pendant trente ans par un groupe réduit d'opticiens et de physiciens, le domaine « atto » intéresse désormais de nombreux autres champs scientifiques, de la chimie à la médecine en passant par la biologie. Il est d'ailleurs aujourd'hui au cœur du programme et équipements prioritaire de recherche (PEPR) exploratoire LUMA – piloté par le CNRS et le CEA – qui vise à comprendre, façonner et exploiter la lumière pour contrôler des systèmes physico-chimiques et biologiques et ouvrir la voie à de nouvelles technologies vertes.

Mystérieuses harmonies

LIRE L'ARTICLE EN FRANCAIS