

NATHALIE PICQUÉ

DES SPECTRES RAFFINÉS

Comment caractériser l'atmosphère d'une planète lointaine, ou chercher à mettre en défaut des principes de la physique quantique ? En établissant le spectre de la lumière, c'est-à-dire la courbe de son intensité en fonction de sa fréquence. Car chaque molécule y laisse son empreinte digitale : des « raies », c'est-à-dire des pics ou des creux à certaines fréquences. Repousser les limites de cette méthode aux multiples applications, la spectroscopie, tel est le domaine de Nathalie Picqué, 33 ans.

Suivre en temps réel l'évolution de phénomènes physiques nécessite la mesure très fréquente de leurs spectres. Quand Nathalie Picqué débute sa thèse au Laboratoire de physique moléculaire et applications, en 1996, on le fait tous les milliardièmes de seconde, mais seulement sur une petite gamme de fréquences. En deux ans à peine elle développe une méthode multipliant par plusieurs milliers la largeur du spectre mesuré à une telle cadence.

En 1999, elle effectue son post-doc à Florence, dans un grand centre spécialisé dans les lasers et la métrologie¹. Là-bas, c'est l'autre extrême : « On mesurait très exactement la fréquence d'une seule raie, ce qui pouvait prendre un an. » Elle établit alors la mesure la plus exacte d'un des intervalles de structure fine de l'hélium, ce qui permet d'améliorer la détermination d'un paramètre fondamental en physique, la constante de structure fine.

« AUJOURD'HUI NOUS AVONS DÉMONTRÉ LA FAISABILITÉ DE LA SPECTROSCOPIE PAR PEIGNES DE FRÉQUENCES. »

Recrutée au CNRS en 2001 au laboratoire de photophysique moléculaire, elle cherche à combiner métrologie et spectroscopie pour la mesure rapide, résolue et exacte de spectres larges. Pour détecter des molécules rares – traces de polluants par exemple –, il faut une bonne sensibilité. Elle conçoit donc des expériences dans l'infrarouge, où les raies sont plus intenses : dans un dispositif qui tient sur une table, la lumière laser interagit avec le gaz sur des centaines de kilomètres, d'où une sensibilité près de mille fois meilleure.



© CNRS Photothèque - Jean-François Dars.

MATHÉMATIQUES, PHYSIQUE, PLANÈTE ET UNIVERS (MPPU)
LABORATOIRE DE PHOTOPHYSIQUE MOLÉCULAIRE (LPPM)
CNRS / UNIVERSITÉ PARIS-SUD
ORSAY
<http://www.ppm.u-psud.fr/>
<http://www.laser-fts.org/>

À Florence, elle a la chance de côtoyer Ted Hänsch, qui y était professeur associé. À cette époque, Ted Hänsch invente, avec John Hall, le « peigne de fréquences femtosecondes », qui leur vaudra le prix Nobel en 2005. Grâce à un laser aux impulsions lumineuses périodiques, ils révolutionnent la métrologie : en lumière visible, n'importe quelle fréquence devient mesurable de façon absolue.

Nathalie Picqué a l'idée d'adapter ces peignes afin d'obtenir des spectres plus larges, plus sensibles et plus précis, dont toutes les fréquences soient mesurées simultanément. Les lasers infrarouges, alors inexistantes, sont construits en collaboration avec l'Institut d'optique à Palaiseau et l'université technique de Vienne. Aujourd'hui, « avec Guy Guelachvili et Julien Mandon, nous avons démontré la faisabilité de la spectroscopie par peignes de fréquences. » Désormais, ils cherchent à accélérer la cadence des mesures, grâce à un second peigne utilisé comme spectromètre.

Enfin, deux applications de la spectroscopie, qui utilisent ces peignes, lui tiennent à cœur : la recherche des violations d'un principe de la mécanique quantique – celui de symétrisation – et la spectroscopie non-destructive de molécules froides.

¹ Science de la mesure.