

CLIMAT : QUANTIFIER LE CO₂ DANS L'ATMOSPHÈRE

Après avoir participé à la mise au point des horloges atomiques du système européen de localisation par satellite Galileo, le Laboratoire Temps-Fréquence (LTF) de l'Université de Neuchâtel s'attaque à la calibration d'un laser pour mesurer le taux de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère depuis l'espace. But de l'opération ? Cartographier la répartition de ce gaz à effet de serre autour de la Terre de manière à mieux cerner son impact sur les changements climatiques et d'en améliorer les projections d'évolution.

L'aventure spatiale du LTF continue. Dans le sillage des horloges au rubidium qui ont fait la réputation du laboratoire neuchâtelois, voici que ses physiciens relèvent un nouveau défi à l'appel de la DLR (l'agence spatiale allemande) et de l'ESA (son équivalent européen). Sous la direction de Renaud Matthey du groupe du Prof. Gaetano Mileti, un nouveau dispositif laser est développé pour aider à mesurer avec précision le taux de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère, un gaz dont l'accumulation reste la cause majeure du réchauffement global affectant notre planète, ainsi que des perturbations climatiques qui s'en suivent.

« Quantifier les échanges de CO₂ entre l'atmosphère, les océans et les sols constitue un point central de l'étude du réchauffement global, précise le physicien. Actuellement, les concentrations en dioxyde de carbone sont principalement mesurées *in situ* par des stations inégalement distribuées à la surface du globe. Les missions satellites présentent l'avantage de fournir des distributions d'observations plus denses et mieux réparties pour compléter le réseau terrestre. » Cette approche permettra d'intégrer les variations de la teneur en CO₂ de l'atmosphère au cours du temps et de la situation géographique, ce qui affinera les projections sur l'évolution des changements climatiques.

Du point de vue technique, des propriétés de la physique optique apportent une solution élégante à ce défi. En effet, chaque élément du fameux tableau périodique, chaque molécule chimique absorbe des couleurs – « longueurs d'onde » dans le langage technique – particulières, appelées raies d'absorption. Ces raies constituent en quelque sorte la signature optique du composé recherché (voir encadré *Le code-barre des éléments chimiques*).

Dans le cas du dioxyde de carbone, les physiciens de Neuchâtel ont bénéficié d'un coup de pouce du hasard assez incroyable. Il s'avère qu'une raie d'absorption importante du CO₂ est de 1572 nanomètres. Or cette valeur correspond quasiment au double de celle du rubidium (780 nm), l'élément avec lequel ils ont travaillé pour créer les horloges atomiques qui ont fait leur succès. Ainsi, en installant un diviseur de longueur d'onde dans le parcours d'un faisceau laser destiné à exciter le rubidium, qui agit ainsi comme référence très précise de couleur, ils obtiendront une onde électromagnétique permettant de détecter le dioxyde de carbone. L'accord fin en longueur d'onde du laser utilisera en outre un «peigne optique», autre domaine de compétence du LTF. Une belle manière de rebondir sur un savoir-faire déjà existant et d'en élargir les applications.

Le satellite sur lequel sera fixé un laser sondeur, programmé pour détecter cette raie, balaira le sol depuis une altitude de 400 kilomètres en opérant des tours de la Terre successifs décalés, de manière à obtenir un balayage complet du globe en quelques semaines. En relevant les positions de chaque point de mesure, les physiciens reconstitueront une cartographie complète du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. L'instrument développé par le LTF devrait décoller à l'horizon 2018 – 2020 pour une mission spatiale d'une durée de trois à cinq ans. D'ici là, patience...

Le temps à la conquête de l'espace

La seconde-étalon de l'Institut fédéral de métrologie en Suisse, c'est lui. Les horloges atomiques pour les satellites européens de localisation Galileo, c'est encore lui. Le Laboratoire Temps-Fréquence (LTF) de l'Université de Neuchâtel où œuvrent les groupes des professeurs Thomas Südmeyer et Gaetano Mileti contribue à des innovations technologiques impliquant des mesures de temps infimes qu'il développe en partenariat avec le tissu industriel régional. Par sa maîtrise des lasers infiniment précis, le LTF s'implique dans des projets spatiaux d'envergure mondiale, bénéficiant de financements via des programmes-cadres européens comme le FP7 et d'un soutien important de la part du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI).

Renaud Matthey,
responsable du projet de calibration
de laser pour la mesure du dioxyde
de carbone dans l'atmosphère.



Le code-barre des éléments chimiques

Les raies d'absorption correspondent aux « couleurs » que l'élément ou la molécule ne renvoie pas vers l'extérieur ; elles en sont un marqueur. Si un élément possède une raie d'absorption dans le rouge et qu'on l'éclaire avec une lumière de cette couleur, il va l'absorber. Sa présence sera donc signalée par une diminution brusque de l'intensité du signal et la profondeur du creux ainsi observée permet d'en déduire la quantité. La raie du CO₂ retenue sort de la gamme des couleurs visibles à l'œil nu, puisqu'elle se situe dans l'infrarouge.