

## ZOOM SUR

# AILES/ Groupe Ultra Vide :

## une cellule cryogénique à long parcours pour l'absorption IR

La Ligne de Lumière AILES, qui exploite la brillance de SOLEIL pour l'analyse spectroscopique dans le domaine infrarouge (IR), s'est associée au Groupe Vide pour développer avec le LISA<sup>1</sup> une cellule cryogénique à long parcours pour l'analyse quantitative des gaz dans le domaine allant de l'IR au THz<sup>2</sup>. Une première.

La spectroscopie IR joue un rôle-clé dans l'identification à distance de molécules dans les milieux difficiles d'accès (plasmas, combustion, astrophysique...) ou pour la quantification de molécules présentes dans l'atmosphère terrestre. L'intérêt de la communauté scientifique a motivé le développement d'une cellule cryogénique à long trajet optique. En effet, les mesures à basse température permettent d'étudier ces molécules dans les conditions de l'observation *in situ* ou encore de dépeupler des niveaux vibrationnels ou rotationnels excités, préalable indispensable à l'analyse et la modélisation.

Le but était de disposer d'une enceinte refroidie de façon homogène et contrôlée, assez compacte pour être transportée sur AILES mais permettant de générer des parcours optiques de plus d'une centaine de mètres. Un montage spécifique a donc été développé, optimisé à la fois pour les domaines IR moyen et lointain, autorisant une commutation aisée entre ces domaines sur les mêmes échantillons ou un changement rapide du trajet optique et compatible avec des gaz oxydants ou halogénés. A notre connaissance, un tel instrument est unique.

### Cryogénie et optique IR, long parcours et stabilité : des exigences contradictoires...

De nombreux défis ont été relevés : outre l'obtention d'une grande longueur de parcours optique il fallait contrôler la longueur parcourue par

la lumière entre 3 et plus de 140 mètres, mais aussi la température entre -190 et +100°C, obtenir une étanchéité parfaite et utiliser des matériaux résistants sous vide et aux gaz employés, trouver des optiques IR compatibles avec les basses températures et utiliser des systèmes d'ultravide et cryogéniques ne générant aucune vibration acoustique. Les solutions faisant appel massivement aux techniques du vide, une collaboration s'est nouée entre l'équipe AILES et le groupe Ultra Vide. D'autres compétences présentes à SOLEIL ont aussi été mobilisées : groupe Conception/Ingénierie en mécanique et modélisation des contraintes thermiques, groupe Eléments pulsés pour le câblage électronique.

En plus de l'engagement et des compétences SOLEIL, un élément-clé du succès aura été la possibilité de s'appuyer sur le savoir-faire technique de partenaires industriels locaux : la réalisation mécanique de précision de la quadruple enceinte cryogénique (Société STIM, Cahan), l'optique et les couches minces (MAT Technology, OPTI-MASK, Morangis).

### Un souci de précision métrologique...

Une spécificité de l'ensemble a été le développement d'un capteur de pression dans la gamme sub-millibar, permettant de mesurer avec précision la pression des gaz dont on détermine les profils et sections efficaces d'absorption IR. Un tel



appareil a pu être développé à SOLEIL grâce à la collaboration avec le groupe Ultra Vide.

### Prêt, fin 2012 !

Après plus de 2 ans de développements et tests, les premières mesures ont été menées fin 2012<sup>3</sup> et, depuis, les demandes s'accumulent pour la réalisation d'études sur des gaz atmosphériques anthropiques (SF<sub>6</sub>, CF<sub>4</sub>, CF<sub>3</sub>I, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, ou des composés organiques volatils) dans le cadre de collaboration ou d'accueil d'utilisateurs (U. Bourgogne, LISA, U. Aachen, IMK Karlsruhe...)

1. LISA : Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques, CNRS - U. Paris Diderot et Paris Est

(contact : Fridolin.Kwabia@lisa.u-pec.fr)  
2. domaine couvert : longueurs d'onde de 2 à 1000 μm

3. voir [www.synchrotron-soleil.fr/Soleil/ToutesActualites/2013/AILES-Modelisation](http://www.synchrotron-soleil.fr/Soleil/ToutesActualites/2013/AILES-Modelisation)

### → Contacts :

laurent.manceron@synchrotron-soleil.fr;  
laetitia.lago@synchrotron-soleil.fr

Laurent Manceron et Laetitia Lago travaillent sur la cellule cryogénique.