

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Restitution des flux de gaz par un imageur hyperspectral nouvelle génération à transformation de Fourier statique embarqué sur une plateforme satellitaire

PRESENTATION DU PROJET DOCTORAL, CONTEXTE ET OBJECTIF

L'imagerie spectrale est assez largement utilisée aujourd'hui pour l'étude des surfaces ou pour la météorologie par exemple. **Les progrès récents, tant sur le rapport signal sur bruit que la résolution spectrale, ouvrent la voie à de nouvelles études en lien avec les volcans, les sources de polluants ou de gaz à effet de serre.** Par exemple, un imageur hyperspectral suffisamment sensible et suffisamment rapide permettrait d'obtenir, avec un traitement de données adapté, les concentrations de méthane lors de dégazages naturels (lacs, dégels de rivières ...). Un intérêt de l'imagerie est alors de remonter par inversion au flux de gaz émis. Toutefois, l'émission et la dispersion de gaz peut avoir une dynamique importante qui ne peut plus être capturée si le temps d'acquisition de l'hypercube (un spectre pour chaque pixel de l'image) est trop long.

Dans le cadre de l'Initiative de Recherche Stratégique SPACEOBS, l'ONERA DOTA développe un démonstrateur de laboratoire d'un concept innovant de spectro-imageur à transformée de Fourier statique. Ce démonstrateur permettra d'évaluer les performances d'un tel concept pour des applications observables depuis le sol dans la région comprise entre 3.8 et 5.2 μm . Le scénario choisi pour cela est la mesure en occultation solaire de la colonne totale de CO.

Développées depuis plusieurs décennies, les méthodes dédiées à l'inversion de spectres atmosphériques pour remonter à la composition atmosphérique sont aujourd'hui des techniques matures et largement utilisées par la communauté scientifique qui s'intéresse à la physico-chimie atmosphérique. Toutefois, le concept instrumental retenu ne permet pas d'estimer le spectre de manière quasi-exacte. En effet, pour obtenir un instrument tout à la fois compact, robuste, ayant une rapidité d'acquisition correcte et une résolution spectrale suffisante (de l'ordre d'un à quelques cm^{-1}), il a été décidé de ne pas mesurer l'ensemble de l'interférogramme, mais seulement une partie. Les premiers travaux théoriques analysant la pertinence de cette approche pour la mesure de gaz depuis l'espace sont prometteurs. Mais **il est aujourd'hui nécessaire de développer des outils suffisamment rapides pour traiter le flot de données hyperspectrales, et de confronter ces résultats théoriques à des acquisitions expérimentales. Afin de réduire significativement les temps de calcul, le/la candidat(e) évaluera les méthodes de transfert radiatif rapides, innovantes, développées au CETHIL, et leur portabilité dans l'espace de Fourier. La méthode sélectionnée sera ensuite intégrée à un algorithme d'optimisation préexistant au LATMOS.**

Pour réaliser l'analyse en contenu d'information, des interférogrammes de synthèse seront dans un premier temps considérés comme s'ils étaient les interférogrammes expérimentaux à analyser, afin d'étudier la capacité de l'algorithme à retrouver le profil vertical de CO et l'influence d'incertitude sur les colonnes de CO₂, N₂O, H₂O, la température et les aérosols. En s'appuyant sur le modèle de réponse instrumentale propre au concept, une attention particulière sera portée sur la capacité du dispositif à séparer les différentes espèces, et sur les barres d'erreurs associées aux estimations fournies par l'algorithme.

Dans un deuxième temps, le doctorant sera chargé de l'analyse des résultats des premières campagnes de mesures réalisés avec le démonstrateur de laboratoire SPACEOBS. L'analyse portera alors :

- 1) sur la comparaison des résultats acquis avec un instrument classique de type FTS en occultation solaire depuis le sol et les nouveaux imageurs,
- 2) sur les performances des codes de transfert radiatif rapides mis en œuvre et leur comparaison avec les résultats de codes de transfert radiatif à haute résolution spectrale de référence.

Les travaux proposés visent donc à développer et exploiter un outil rapide et précis de restitution de paramètres atmosphériques adapté au cas d'imageurs hyperspectraux nouvelle génération (qui enregistrent des interférogrammes parcellaires), fondé sur des codes de transfert radiatif rapides et de quantifier les apports et les biais de ces nouveaux instruments en réalisant l'analyse en contenu d'information. La thèse se déroulera en collaboration étroite entre l'équipe Tropo du LATMOS (UMR 8190), l'équipe Transfert Radiatif et Couplages dans les milieux semi-transparents du CETHIL (UMR5008) et l'unité de modélisation physique de la scène optronique (MPSO) du Département d'Optique Théorique et Appliquée (DOTA) de l'ONERA.

Laboratoire d'accueil

Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon (UMR 5008)

Domaine Scientifique de la Doua – INSA de Lyon – 69621 Villeurbanne

Directeur de thèse CETHIL : Frédéric ANDRE

Collaborations envisagées

LATMOS, ONERA DOTA, LISA

Mots clés

Téledétection, spectroscopie, transfert radiatif, hyperspectral

Profil et compétences recherchées

Grande école ou université. Master 2 recherche; Le candidat devra justifier de compétences dans au moins un des domaines suivants : physique atmosphérique, transfert radiatif, spectroscopie moléculaire, téledétection atmosphérique

Contacts :

Frédéric ANDRE (CETHIL) : frederic.andre@insa-lyon.fr

Laurence CROIZE (ONERA DOTA) : laurence.croize@onera.fr

Sébastien PAYAN (LATMOS) sebastien.payan@upmc.fr