

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT
D'ILE DE France N° 129
Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2020

Nom du Laboratoire d'accueil : LATMOS N° UMR :8190
Nom du Directeur du laboratoire : François Ravetta
Adresse complète du laboratoire : Sorbonne Université, boîte 102, 75005 Paris

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire : STRATO

Directeur de thèse **HDR** : Franck Lefèvre Co-directeur de thèse **HDR** : Alain Hauchecorne
Téléphone : 01 44 27 47 73 Téléphone : 01 80 28 50 24
Mail : franck.lefevre@latmos.ipsl.fr Mail : alain.hauchecorne@latmos.ipsl.fr

• **Titre de la thèse en Français** : Etude de la bande d'émission atmosphérique de O₂ à 1.27 microns pour l'amélioration de sa représentation dans les algorithmes de Microcarb

• **Titre de la thèse en Anglais** : Study of the O₂ atmospheric emission band at 1.27 micron for the improvement of its representation in Microcarb algorithms

• **Résumé Sujet en Français (1 page maximum) :**

La mission spatiale du CNES Microcarb a pour objectif la mesure du CO₂ à l'échelle globale et la détermination des flux de surface. L'instrument détermine la colonne totale de CO₂ à partir du spectre de la lumière solaire réfléchi dans les bandes spectrales 1.6 et 2 microns. Pour remonter au rapport de mélange il est nécessaire de mesurer simultanément la colonne de O₂ dont le rapport de mélange est fixe dans l'atmosphère. Sur les autres missions qui ont un objectif similaire à Microcarb, ceci se fait à partir de la bande d'absorption de O₂ à 0.76 microns. L'inconvénient de cette bande est qu'elle se situe loin des bandes du CO₂, ce qui conduit à des erreurs significatives du fait des variations spectrales de la diffusion par les aérosols atmosphériques, qui affectent aussi la mesure. C'est pour cela qu'il a été décidé de rajouter dans l'instrument Microcarb la bande d'absorption de O₂ à 1.27 microns, plus proche des bandes du CO₂. Cette option n'avait pas été retenue pour les autres missions car la présence dans cette bande d'une forte émission d'un état excité de l'oxygène O₂(¹□) à des altitudes supérieures à 40 km contribue à la mesure et rend son interprétation difficile. Il est donc nécessaire de séparer les deux contributions d'absorption et d'émission dans le spectre mesuré.

L'objectif de la thèse sera d'améliorer la connaissance de la spectroscopie et de la climatologie de cette émission naturelle, ce qui permettra de mieux la prendre en compte et donc de minimiser son impact sur la restitution de la colonne de O₂. L'étude de cette bande d'émission a également un fort intérêt pour les études géophysiques parce que son intensité à une altitude donnée est directement proportionnelle à la concentration d'ozone. Elle apportera donc des informations originales sur l'ozone dans la haute stratosphère et la mésosphère.

La thèse portera donc sur trois aspects :

- L'établissement d'une climatologie de l'émission à 1.27 microns à partir de mesures spatiales au limbe atmosphérique et au nadir (instruments SCIAMACHY à bord d'ENVISAT et TIMED-SABER).
- L'amélioration de la connaissance de la forme spectrale de la bande d'émission à partir de l'analyse de spectres à haute résolution obtenus au sol.
- L'étude de sa représentation dans le modèle de chimie-transport Reprobus.

Enfin le doctorant utilisera les données de Microcarb dès qu'elles seront disponibles après la phase de recette en vol, soit vers le début de 2022 selon le calendrier actuel, pour valider et consolider ses résultats. Si le temps

le permet, l'analyse des mesures MicroCarb pourra conduire à l'établissement d'une cartographie originale de la distribution d'ozone dans la haute atmosphère (50 km).

• **Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :**

The CNES Microcarb space mission aims to measure CO₂ on a global scale and determine CO₂ surface fluxes. The instrument determines the total CO₂ column from the spectrum of sunlight reflected in the 1.6 and 2 micron spectral bands. To retrieve the CO₂ mixing ratio, it is necessary to simultaneously measure the O₂ column whose mixing ratio is fixed in the atmosphere. On other missions that have a similar objective to Microcarb, this is done from the absorption band of O₂ at 0.76 microns. The disadvantage of this band is that it is far from the CO₂ bands, which leads to significant errors due to spectral variations in diffusion by atmospheric aerosols, which also affect the measurement. This is why it was decided to add in the Microcarb instrument the absorption band of O₂ at 1.27 microns, closer to the CO₂ bands. This option was not chosen for the other missions because the presence in this band of a strong emission of the excited state of O₂(¹Δ) at altitudes above 40 km, which contributes to the measurement and makes it difficult to interpret. It is therefore necessary to separate both contributions of absorption and emission in the observed spectrum.

The objective of the thesis will be to improve the knowledge of the spectroscopy and climatology of this natural emission, which will allow it to be better taken into account and thus to minimize its impact on the restitution of the O₂ column. The study of this emission band is also of great interest for geophysical studies because its intensity at a given altitude is directly proportional to the ozone concentration. It will therefore provide original information on ozone in the upper stratosphere and mesosphere.

The thesis will therefore focus on three aspects:

- The elaboration of an emission climatology at 1.27 microns from spatial measurements at the atmospheric limb and nadir (SCIAMACHY instrument on board ENVISAT and TIMED-SABER).
- The improvement of the knowledge of the spectral shape of the emission band from the analysis of high resolution spectra obtained on the ground.
- The study of its representation in the Reprobus chemistry-transport model.

Finally, the doctoral student will use the Microcarb data as soon as they are available after the commissioning phase, i.e. around the beginning of 2022 according to the current schedule, to validate and consolidate his results. If time permits, the analysis of MicroCarb measurements could also lead to the establishment of an original mapping of the distribution of ozone in the upper atmosphere (50 km).

• **Type de financement autre que ED 129, précisez si envisageable ou acquis (CNES, CEA, ADEME etc...) :**

- Sujet pré-selectionné par le CNES. Co-financement à 50% si candidat retenu par le CNES.
- Co-financement ACRI à 50%

• **Encadrement :**

. **Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1^{er} janvier 2020**
(Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée)

aucun