

**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 : LSCE N° UMR : 8212  
Nom du Directeur du laboratoire : Philippe Bousquet  
Adresse complète du laboratoire : CEA/DRF/LSCE, 91191 Gif sur Yvette

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

Directeur de thèse BREON Francois-Marie (HDR) Telephone : 06 73 38 44 97 <a href="mailto:fbreon@cea.fr">fbreon@cea.fr</a>	Co-directeur de thèse CHEVALLIER Frederic (HDR)  <a href="mailto:chevallier@lsce.ipsl.fr">chevallier@lsce.ipsl.fr</a>
--	--

**Titre de la thèse en Français :** Préparation à la mission spatiale Microcarb. Stratégie d'observation pour la détermination des flux de CO<sub>2</sub>.

**Titre de la thèse en Anglais :** MicroCarb space mission. Studies for the estimate of CO<sub>2</sub> fluxes from the spaceborne observations

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

La mission spatiale MicroCarb, en cours de développement sous responsabilité CNES, devrait être lancée fin 2021. L'instrument à bord du satellite mesurera le flux solaire réfléchi dans 4 bandes spectrales étroites, permettant d'estimer la colonne atmosphérique de CO<sub>2</sub>. L'objectif scientifique de la mission est de déduire les flux de CO<sub>2</sub> à la surface des gradients spatiaux et temporels de ces concentrations. Cette étape passe par l'utilisation d'un modèle de transport atmosphérique et d'outils mathématiques d'optimisation.

L'instrument qui sera embarqué sur le satellite peut viser au Nadir et ainsi acquérir des mesures le long de la trace du satellite. Il peut aussi effectuer des visées dites "cross-track" à l'aide d'un miroir à changement de visée. Cette visée cross-track permet d'acquérir des observations qui sont plus indépendantes, en terme de contenu en information, que lorsque on acquiert uniquement des mesures sous-trace, proches les unes des autres. Cependant, la bascule du miroir prend un peu de temps qui est alors perdu pour la mesure. Il y a donc un compromis à trouver entre un mode d'observation "Nadir" pour lequel un maximum d'observations sont acquises, et un mode "cross-track" dans lequel deux fois moins d'observations sont acquises mais apportant des informations individuellement plus utiles.

Dans ce contexte, l'objectif de la thèse est double

- Etudier l'apport respectif des modes d'observation Nadir et Cross-Track pour apporter une information la plus utile pour l'estimation des flux de surface. En déduire des recommandations pour le fonctionnement du satellite
- Adapter les outils existant pour pouvoir, après lancement, faire une validation des produits « colonne CO<sub>2</sub> » déduits des observations, et faire des estimations des flux de CO<sub>2</sub> à la surface.

Si le lancement du satellite a lieu pendant la période aujourd'hui considérée comme nominale, l'étudiant pourra participer aux premières analyses des mesures et produits de la mission MicroCarb.

Comme avec toutes les missions spatiales, il faut cependant être prudent et considérer la possibilité d'un lancement retardé. Dans ce cas, les outils pourront être testés sur les données déduites d'autres missions spatiales.

Le sujet de thèse consistera donc en un développement de modèles et l'analyse de données. Il nécessite des compétences en programmation et en mathématique (statistiques). Le travail sera fait au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, avec des échanges avec les équipes du CNES chargées du pilotage du satellite, et avec les équipes scientifiques qui sont intéressées par les produits "flux de surface".

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

The MicroCarb space mission, under development at CNES, the french space agency, should be launched at the end of 2021. The instrument on board the satellite will measure the reflected solar flux in 4 narrow spectral bands, making it possible to estimate the atmospheric column of CO<sub>2</sub>. The scientific objective of the mission is to deduce the fluxes of CO<sub>2</sub> at the surface from the spatial and temporal gradients of these concentrations. This step involves the use of an atmospheric transport model and mathematical optimization tools.

The instrument to be carried on the satellite can aim at the Nadir and thus acquire measurements along the satellite track. It can also perform so-called "cross-track" sights using a change-of-sight mirror. This cross-track aim makes it possible to acquire observations which are more independent, in terms of information content, than when it acquires only subtrack measurements, close to each other. However, the tilting of the mirror takes a little time which is then lost for the measurement. There is therefore a compromise to be found between an "Nadir" observation mode for which a maximum of observations are acquired, and a "cross-track" mode in which half as many observations are acquired but providing information individually more useful

In this context, the objective of the thesis is twofold

- Study the respective contribution of the Nadir and Cross-Track observation modes to provide the most useful information for the estimation of surface fluxes. Deduce recommendations for the operation of the satellite
- Adapt existing tools to be able, after launch, to validate the "CO<sub>2</sub> column" products deduced from the observations, and make estimates of the CO<sub>2</sub> fluxes at the surface.

If the launch of the satellite takes place during the period today considered nominal, the student will be able to participate in the first analyzes of the measurements and products of the MicroCarb mission. As with all space missions, however, one has to consider the possibility of a delayed launch. In this case, the tools can be tested on data derived from other space missions.

The thesis topic will therefore consist of model development and data analysis. It requires skills in programming and mathematics (statistics). The work will be done at the Laboratory of Climate and Environmental Sciences, with exchanges with the CNES teams responsible for piloting the satellite, and with scientific teams who are interested in "surface flux" products.

**• Type de financement autre que ED 129: Demi financement CNES acquis. En recherche de co-financement**

**Encadrement FM Breon:**

**Jinghui Lian.** Termine en Mars 2020

**Yiling Cai.** A débuté en Octobre 2019

**Encadrements Frédéric Chevallier**

8 terminés

Aucun en cours