

**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 :

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

CEA Saclay, Bat 714, pièce 1034

Site de l'Orme des Merisiers

Chemin de Saint Aubin - RD 128

F-91191 Gif sur Yvette Cedex - France

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

ONERA, Département d'Optique et Techniques Associées (DOTA)

Centre de Plaiseau

8, Chemin de la hunière

BP 80100

91123 Palaiseau cedex

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Isabelle PISON

Téléphone : 01-69-08-94-59

Mail : isabelle.pison@lsce.ipsl.fr

Nom du co-directeur de thèse **HDR** :

Téléphone :

Mail :

**OU**

Nom du co-encadrant **non HDR** : Laurence CROIZE

Téléphone : 01 80 38 63 49

Mail : laurence.croize@onera.fr

**• Titre de la thèse en Français :**

**Suivi des émissions de CH<sub>4</sub> depuis l'espace : outils numériques pour l'exploitation en synergie des flux de données volumineux issus de capteurs actifs et passifs.**

**• Titre de la thèse en Anglais : Monitoring CH<sub>4</sub> emissions from space: numerical tools to synergistically exploit big data streams from active and passive sensors.**

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

Dans le contexte de la surveillance des émissions de gaz à effet de serre, le méthane (CH<sub>4</sub>) représente un enjeu majeur. Les réseaux de mesure au sol ne sont pas suffisamment denses pour permettre de quantifier ses sources et puits aux échelles spatio-temporelles fines visées. Des sondes satellitaires sont donc développés mais l'estimation des flux à l'échelle régionale nécessite à la fois un très haut niveau de précision et de justesse, une revisite fréquente et une excellente couverture spatiale. Les mesures passives effectuées par des missions satellitaires opérationnelles depuis 2003 permettent d'obtenir, à l'aide d'une modélisation inverse du transfert radiatif, des données de CH<sub>4</sub> avec une résolution spatiale de l'ordre de 0,5 à 10 km. Cependant, ces mesures ne couvrent pas les hautes-latitudes, et peuvent être entachées d'erreurs significatives dues aux erreurs commises sur différents paramètres (profils d'aérosols, topologie du sol, albédo, nuages...) lors de l'inversion. Parallèlement, le satellite MERLIN prévu

pour 2024 doit effectuer les premières mesures actives de méthane qui répondent aux limites rencontrées par l'observation passive (mesure aux hautes latitudes, moindre biais induit par les aérosols, topologie...), au prix d'inconvénients spécifiques (mesures moyennées sur des segments de plusieurs dizaines de km). Dans ce contexte, l'ONERA et ses partenaires développent de nouveaux concepts compacts de télédétection active et passive (spectro-imageurs, lidars...) pour la future génération de sondeurs spatiaux (horizon 2028).

L'objectif des travaux du doctorant sera d'analyser dans quelles conditions et dans quelle mesure les données satellitaires actives et passives s'enrichissent mutuellement, et par quel procédé leur usage combiné pourrait réduire les erreurs sur la restitution des flux de méthane sur des échelles régionales.

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

Methane (CH<sub>4</sub>) is a major greenhouse gas. Monitoring its emissions remains a challenge. Surface atmospheric measurement networks are too sparse to make it possible to quantify methane sources and sinks at the relevant spatio-temporal scales. Satellite instruments have therefore been developed but estimating fluxes at the regional scale requires a very high level of both accuracy and precision, small revisit times and an extensive spatial coverage. Passive measurements made by operational satellite missions since 2003 have been treated by inverse modeling of the radiative transfer to obtain CH<sub>4</sub> data at a spatial resolution of about 0.5 to 10 km. Nevertheless, these data do not cover high latitudes and may be associated to significant errors due to the errors on various parameters (aerosol profiles, topology, albedo, clouds...) during the inversion. In parallel, satellite MERLIN should make in 2024 the first active methane measurements, which answer to the limitations of passive observation (data available at high latitudes, reduced bias due to aerosols, topology...) but have specific drawbacks (measurements averaged over segments of several tenths of km). In this framework, ONERA and its partners develop new concepts of compact active and passive remote sensing instruments (spectro-imaging, lidars...) for the future generation of spatial sounders (2028).

The aim of this work is to analyze in which conditions and how much active and passive satellite data bring information to each other and how using them in combination could lead to reduced errors on retrieved methane fluxes at regional scales.

• **Type de financement autre que ED 129, précisez si envisageable ou acquis (CNES, CEA, ADEME etc...) :**  
**1/2 financement ONERA acquis**

• **Encadrement :**

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

Sophie WITTIG, UVSQ, bourse CEA NUMERICS, septembre 2022 (directrice de thèse)  
Barbara SZENASI, UVSQ, bourse projet européen Marie Curie ITN (projet MEMO2), octobre 2020 (co-encadrement <50 %)