



Proposition de 2 stages M2 / ingénieur - Printemps/été 2022

Des possibilités de suite en thèse sont envisageables dans l'équipe pour la rentrée 2022.

Laboratoire d'accueil : Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

Directeur du laboratoire : Philippe Bousquet

Adresse complète du laboratoire : CEA Orme des Merisiers 91191 Gif Sur Yvette

Equipe d'accueil : SATINV – Thème 2

Responsables de stage :

Marielle Saunois (marielle.saunois@lsce.ipsl.fr)

Antoine Berchet (antoine.berchet@lsce.ipsl.fr)



Stage n°1 : Intégration des données satellites GOSAT et TROPOMI dans le système d'inversion LMDZ-CIF

Les activités humaines perturbent les cycles biogéochimiques et contribuent à accroître les concentrations des principaux gaz à effet de serre (GES) dans la basse atmosphère. La connaissance des sources et puits de GES et de leurs précurseurs est fondamentale pour la compréhension des cycles biogéochimiques contemporains, mais aussi pour suivre l'évolution des sources anthropiques et pour établir des scénarios d'émissions pertinents destinés aux modèles de prévision du climat futur. Le méthane (CH₄) est 30 fois plus puissant que le dioxyde de carbone CO₂ à l'échelle de 100 ans pour piéger le rayonnement infrarouge. Le méthane a contribué pour plus de 20% de l'effet de serre additionnel depuis 1750. Les estimations des sources et puits de ce gaz sont toujours mal connues, en partie du fait des nombreuses sources naturelles et anthropiques existantes et de différents puits chimiques.

Une partie de la communauté scientifique vise à estimer ces sources et puits par inversion atmosphérique, c'est à dire en utilisant les observations des concentrations de méthane dans l'atmosphère pour contraindre et optimiser les flux de méthane à la surface. Actuellement, les mesures de colonnes atmosphériques de méthane par satellite apportent des quantités importantes de données et promettent de nouveaux résultats puisqu'elles contraignent des régions peu échantillonnées en surface comme les tropiques. Par contre l'utilisation des mesures satellites est fragile et nécessite parfois la correction de biais. Aussi il est nécessaire de bien simuler la distribution verticale de méthane et sa répartition entre la troposphère et la stratosphère, au risque de modifier les flux de surface pour corriger une mauvaise représentation du méthane dans la stratosphère lors de l'inversion.

Le LSCE a développé une expertise internationale sur l'inversion du méthane, en particulier à l'échelle globale avec le modèle CIF-LMDz-SACS. Actuellement les données satellites IASI et GOSAT ont été intégrées pour être assimilées dans le système, mais seuls des tests de simulations directes ont été effectués. Le nouvel instrument TROPOMI fournit des mesures de méthane à plus haute résolution mais elles sont (pour le moment) entachées de biais. Un pré-traitement des données est donc nécessaire avant assimilation.

Durant le stage, l'étudiant(e) devra se familiariser avec le système CIF-LMDz en produisant des simulations directes permettant les comparaisons GOSAT/simulation. Puis l'étudiant(e) développera des programmes permettant le filtrage et l'intégration des données TROPOMI dans le système CIF-LMDz pour des simulations directes en vue de l'assimilation.

Pré-requis :

- Connaissances en physico-chimie de l'atmosphère
- Compétences informatiques en programmation requises (Python, Shell)
- Fort attrait pour la modélisation numérique
- Des notions en assimilation de données et en données satellites seront appréciées



Stage n°2 : Intégration des mesures d'éthane dans le système d'inversion LMDz-CIF pour l'estimations des sources et puits de méthane.

Les activités humaines perturbent les cycles biogéochimiques et contribuent à accroître les concentrations des principaux gaz à effet de serre (GES) dans la basse atmosphère. La connaissance des sources et puits de GES et de leurs précurseurs est fondamentale pour la compréhension des cycles biogéochimiques contemporains, mais aussi pour suivre l'évolution des sources anthropiques et pour établir des scénarios d'émissions pertinents destinés aux modèles de prévision du climat futur. Le méthane (CH₄) est 30 fois plus puissant que le dioxyde de carbone CO₂ à l'échelle de 100 ans pour piéger le rayonnement infrarouge. Le méthane a contribué pour plus de 20% de l'effet de serre additionnel depuis 1750. Les estimations des sources et puits de ce gaz sont toujours mal connues, en partie du fait des nombreuses sources naturelles et anthropiques existantes et de différents puits chimiques.

Une partie de la communauté scientifique vise à estimer ces sources et puits par inversion atmosphérique, c'est à dire en utilisant les observations des concentrations de méthane dans l'atmosphère pour contraindre et optimiser les flux de méthane à la surface. Cependant l'information sur la mesure de méthane seule ne permet pas de bien discriminer les différentes sources qui se mélangent rapidement dans l'atmosphère. Une possibilité est d'utiliser des espèces co-émises lors de l'émission de certains secteurs. Par exemple l'éthane est co-émis avec le méthane dans les activités du secteur du gaz et du pétrole et peut permettre de « suivre » ces émissions. Avant l'assimilation conjointe de deux espèces, un travail préparatoire est important sur les données nécessaires en entrée du système et son évaluation.

Durant ce stage, l'étudiant(e) devra rassembler les données disponibles sur l'éthane (mesures au sol, satellites, inventaires d'émissions, facteur d'émission, rapport d'émission avec le méthane) et faire de la recherche bibliographique sur les études existantes avec d'autres modèles. Puis l'étudiant(e) utilisera soigneusement ces données afin de produire des simulations directes des concentrations d'éthane et de méthane avec le CIF-LMDZ et d'en analyser les résultats en vue de l'assimilation conjointe.

Pré-requis :

- Connaissances en physico-chimie de l'atmosphère
- Compétences informatiques en programmation requises (Python, Shell)
- Fort attrait pour la modélisation numérique
- Des notions en assimilation de données et en données satellites seront appréciées