

VARIABILITÉ DES CONCENTRATIONS ATMOSPHÉRIQUES DE GAZ À EFFET DE SERRE ET INVERSION DES FLUX DE MÉTHANE EN ASIE DU SUD ET DE L'EST PAR XIN LIN

Présentée par : Xin Lin Discipline : météorologie, océanographie physique de
l'environnement Laboratoire : LSCE

Résumé :

L'Asie du Sud et de l'Est (ASE) est la première région du monde émettrice de gaz à effet de serre (GES) au cours des dernières décennies. Cependant, l'estimation des bilans régionaux d'émissions de GES est encore incertaine que ce soit par l'approche 'bottom-up' ou par l'approche 'top-down'. L'objectif de cette thèse est de contribuer à une meilleure connaissance des bilans régionaux des émissions de GES en ASE, en utilisant les concentrations atmosphériques de GES mesurées dans un réseau de station de surface et la modélisation inverse à l'échelle régionale. Dans un premier temps, la thèse présente les mesures de CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, CO, et H₂ sur les échantillons réguliers prélevés à

Hanle, Pondichéry et Port Blair, trois nouveaux sites établis en Inde dans le cadre d'une collaboration franco-indienne. L'analyse des concentrations des gaz traces a permis de caractériser les contributions relatives des flux naturel et anthropique, et de la circulation atmosphérique associée à la mousson dans le sous-continent indien. Cette étude met en évidence le potentiel des nouvelles stations de mesure atmosphérique pour mieux contraindre les estimations de flux régionaux de GES. Dans un deuxième temps, un modèle global de chimie-transport LMDzINCA, avec un 'zoom' focalisé sur l'ASE (de résolution horizontale ~50 km) est utilisé pour simuler les champs de concentration de

CO₂ et CH₄. Les concentrations simulées sont évaluées par rapport aux mesures de 30 stations réparties en ASE et dans les régions adjacentes. Le modèle de transport en version zoomée reproduit relativement bien les variabilités des mesures de CO₂ et CH₄, et améliore significativement les variations de CH₄ par rapport au modèle standard de basse résolution sur le domaine d'étude. Enfin, les mesures des concentrations de CH₄ des réseaux régionaux sont utilisées dans le système d'inversion PYVAR-LMDz-SACS avec les grilles zoomées, pour estimer les émissions de CH₄ en ASE en 2010. Plusieurs scénarios sont réalisés afin de tester la sensibilité de l'inversion à différentes configurations des émissions a priori et des observations utilisées. L'inversion atmosphérique induit une réduction significative des émissions en comparaison aux inventaires a priori en Asie de l'Est (14-20%), en particulier en Chine du Nord (20-35%). L'estimation des émissions de CH₄ est sensible à l'incertitude dans les bilans 'bottom-up' des émissions anthropiques en Asie de l'Est, particulièrement à la représentation très incertaine des sources localisées des mines de charbon en Chine du Nord.

Abstract :

South and East Asia (SEA) is the world's largest anthropogenic greenhouse gas (GHG) emitting region during the recent decades, yet estimates of regional GHG budgets remain uncertain either from bottom-up or top-down approaches. The aim of the thesis is to improve understanding of GHG budgets in SEA through atmospheric measurements from surface stations and regional inverse modeling. The first part of the thesis presents measurements of CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, CO, and H₂ from regular flask sampling at Hanle, Pondicherry and Port Blair, three new Indian stations established in the framework of the Indo-French collaboration. Time series of tracer concentrations are analyzed and related to variations in natural/anthropogenic fluxes and monsoon circulations in the Indian sub-continent, showing potential of these stations to constrain estimates of regional GHG fluxes. The second part of the study involves simulation of CO₂ and CH₄ using a zoomed version of the global chemistry transport model LMDzINCA, with a horizontal resolution of ~50km over SEA. Model performance is evaluated against observations from 30 surface stations in SEA and adjacent regions. The zoomed transport model shows the ability to reasonably reproduce CO₂ and CH₄ variabilities at stations, and improves model performance for CH₄ compared to the standard model version within the zoomed region. Lastly, the CH₄ emissions in SEA are retrieved for the year 2010 using atmospheric surface stations and a Bayesian inversion system PYVAR-LMDz-SACS with the zoomed model grids. Different setups of prior information are used in inversions to account for uncertainties in bottom-up inventories of anthropogenic emissions. Significant reduction in emissions compared to the prior estimates is found for East Asia (by 14–20%), particularly in North China (by 20–35%). The inverted CH₄

budgets are sensitive to prior anthropogenic emissions in East Asia, especially in North China where coal mine hotspots dominate the budgets yet their representation is highly uncertain among different inventories.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

M. Philippe CIAIS, Directeur de recherche, IPSL/LSCE, CEA-CNRS-UVSQ, Directeur de these

M. Michel RAMONET, Chargé de recherche, IPSL/LSCE, CEA-CNRS-UVSQ, CoDirecteur de these

M. Philippe BOUSQUET, Professeur des Universités, IPSL/LSCE, CEA-CNRS-UVSQ, Examineur

M. Vincent-Henri PEUCH, Directeur de recherche, Copernicus Atmosphere Monitoring Service, Reading (Royaume-Uni), Rapporteur

Mme Rona THOMPSON, Directeur de Recherche, Norsk Institutt for Luftforskning, Kjeller (Norvège), Rapporteur

Mme Greet JANSSENS-MAENHOULT, Directeur de recherche, European Commission - Joint Research Centre, Ispra (Italie), Examineur

M. Cyril CREVOISIER, Chargé de recherche, Laboratoire de Météorologie Dynamique /IPSL, CNRS, Examineur

Contact : dredval service FED : theses@uvsq.fr