



université PARIS-SACLAY

«ASSIMILATION DE MESURES DE FLUX TURBULENTS D'EAU ET DE CARBONE DANS UN MODÈLE DE LA BIOSPHÈRE CONTINENTALE» PAR SYLVAIN KUPPEL

Présentée par : Sylvain Kuppel Discipline : Météorologie, Océanographie Physique de l'Environnement Laboratoire : LSCE

Résumé :

L'assimilation de données relatives aux écosystèmes continentaux est une approche de plus en plus utilisée pour tenter de concilier les observations expérimentales avec les théories écophysiologicals appliquées dans les modèles mécanistes de la végétation. Dans cette thèse, on souhaite exploiter l'information contenue dans les mesures par corrélation turbulente des flux nets de dioxyde de carbone (NEE) et de chaleur latente (LE) effectuées sur les sites du réseau mondial FLUXNET, afin d'optimiser des paramètres clés du modèle ORCHIDEE et d'affiner le bilan d'incertitude. Une approche statistique bayésienne est adoptée, pour prendre en compte une connaissance a priori des incertitudes relatives aux paramètres, aux équations du modèle et aux mesures. L'axe majeur de travail est le développement d'une méthode d'assimilation simultanée des données de plusieurs sites de mesure de flux, permettant d'optimiser un unique jeu de paramètres se voulant générique pour chaque grand type d'écosystème considéré. Il

ressort que cette approche multi-site permet de réduire significativement l'écart entre le modèle et données de flux aux échelles saisonnière et annuelle, avec des performances proches d'optimisations uni-site effectuées indépendamment à l'échelle d'un site de mesure. On discute par ailleurs le fait que les valeurs des paramètres multi-site ne constituent pas toujours une simple moyenne de leurs composantes uni-site. L'utilisation de données complémentaires a par ailleurs permis d'évaluer la capacité de l'optimisation à améliorer la simulation des flux bruts de carbone (photosynthèse et respiration) à l'échelle des sites, ainsi que de la phénologie du couvert végétal et du cycle saisonnier du CO₂ atmosphérique à l'échelle du globe. Un aspect de nos développements méthodologiques propose par ailleurs d'estimer la structure statistique de l'erreur dérivant des processus mal représentés et/ou manquant dans les équations d'un modèle de la biosphère continentale tel qu'ORCHIDEE. En appliquant cette technique aux flux nets de carbone, les résultats suggèrent que cette erreur modèle mérite d'être explicitement considérée dans le bilan d'incertitude attaché à la modélisation du cycle du carbone.

Abstract :

Assimilating terrestrial ecosystem data is an approach increasingly used to fill the gap between experimental observations and the ecophysiological theory as embodied in process-based land surface models. In this thesis, we have sought to use the information content of eddy covariance measurements of net carbon dioxide (NEE) and latent heat (LE) fluxes made at the sites of the FLUXNET global network, aiming at optimizing key parameters of the ORCHIDEE vegetation model and at refining the uncertainty budget. A Bayesian statistical approach has been chosen, so as to account for prior knowledge of the uncertainties related to the model parameters, the model equations, and the measurements. The major line of work has been to develop a data assimilation method where observations from several flux sites are simultaneously used as a constraint, in order to optimize a unique set of parameters considered as generic within a given class of ecosystem. We found that this multi-site approach significantly improves the model-data agreement at seasonal and annual time scales, with performances fairly similar to those brought by site-scaled, independently optimized parameters (single-site approach). We notably discuss the fact that the multi-site parameters' values are not always a mere average of their single-site counterparts. Making use complementary data, we also evaluated the ability of the multi-site optimizations to improve the simulation of the gross carbon fluxes (photosynthesis and respiration) at the site scale, while at the global scale we considered the modeled phenology of the leaf cover and the seasonal cycle of the atmospheric CO₂ concentration. Within our methodological developments, we have also proposed a technique to infer the statistical structure of the

error stemming from inadequate and/or missing process representations in a global vegetation model such as ORCHIDEE. Focusing on net carbon fluxes, our results suggest that this « model error » deserves an explicit representation in the uncertainty budget inherent to carbon cycle modeling.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Sönke ZAEHLE, Directeur de Recherche, à l'Institut de Biochimie de Max Planck - Jena (Allemagne) - Rapporteur

Jean-Christophe CALVET, Chercheur, Habilité à Diriger des Recherches, à Météo France - Toulouse - Rapporteur

Frédéric CHEVALLIER, Chercheur, Habilité à Diriger des Recherches, à l'Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire des Sciences, du Climat et de l'Environnement (LSCE) - Gif/Yvette - Directeur de thèse

Christophe FRANCOIS, Chargé de Recherche, à l'Université Paris Sud 11 - Orsay - Examineur

Olivier TALAGRAND, Directeur de Recherche émérite, à l'Ecole Normale Supérieure/Laboratoire de Météorologie Dynamique - Paris - Examineur

Sylvie THIRIA, Professeur des Universités, à l'Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire des Sciences, du Climat et de l'Environnement (LSCE) - Gif/Yvette - Examineur

Philippe PEYLIN, Chercheur, à l'Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire des Sciences, du Climat et de l'Environnement (LSCE) - Gif/Yvette - Invité

Contact : dredval service FED : theses@uvsq.fr