

Laboratoire dans lequel se déroulera la thèse : CNRM – UMR 3589 (Toulouse)

Laboratoire partenaire : ISPA – UMR 1391 (Bordeaux)

Titre du sujet : « Occupation des terres et climat régional : impact des surfaces forestières sur l’ennuagelement en Aquitaine »

Responsables de thèse :

Patrick Le Moigne, IDTM, Météo-France (patrick.lemoigne@meteo.fr, 05 61 07 98 24)

Christine Lac, ICPEF, Météo-France (christine.lac@meteo.fr, 05 61 07 98 42)

Yves Brunet, DR, Inra (yves.brunet@inra.fr, 05 57 12 24 11)

Financement acquis : Projet LUCAS (Land use, regional climate and atmospheric chemistry: the impact of forested surfaces on cloud enhancement and air quality in south-west France) du Labex COTE (Evolution, adaptation et gouvernance des écosystèmes continentaux et côtiers)

Résumé du sujet de thèse

Les surfaces continentales participent à la régulation du cycle hydrologique par l’intermédiaire des flux de chaleur et d’humidité à l’interface surface-atmosphère, des processus de formation des nuages et de la distribution des précipitations. Ces effets ont été largement étudiés aux échelles continentales et globales, notamment dans le cas de la forêt amazonienne (voir Staal et al., 2018, pour un des derniers articles en date). Un certain nombre d’observations ont montré que ces effets pouvaient également se manifester à plus petite échelle. Cependant, si les mécanismes d’échange de chaleur sensible et latente entre forêt et atmosphère sont bien compris, l’impact des forêts sur l’ennuagelement l’est moins et des résultats contradictoires ont été obtenus (augmentation de couvert nuageux sur des régions déforestées, ou sur des régions forestières, ou aux interfaces forêt-culture...).

Dans une récente étude, Teuling et al. (2017) ont démontré, à partir de séries d’images géostationnaires sur dix ans, la présence d’une couverture nuageuse au-dessus de deux massifs forestiers français sans relief marqué (Sologne et Landes), s’avérant nettement plus forte que dans le reste des régions concernées. Ils ont également montré que pendant les années ayant suivi la tempête Klaus, qui a généré en 2009 la chute d’une forte proportion d’arbres en forêt des Landes (234 000 ha ont perdu plus de 40 % de couvert forestier), l’ennuagelement sur cette dernière a fortement baissé.

Dans ce contexte, le travail de thèse envisagé vise à approfondir notre compréhension de l’impact des forêts sur la thermodynamique de l’atmosphère et les conditions d’ennuagelement, à des échelles sub-régionales (1 – 200 km). Il reposera pour l’essentiel sur un ensemble de simulations qui seront réalisées à l’aide du modèle Méso-NH (Lac et al., 2018) sur la région des Landes de Gascogne. Il se situe dans le cadre plus général d’un projet de recherche financé par le Labex COTE (cote.labex.u-bordeaux.fr), intitulé *LUCAS – Land use, regional climate and atmospheric chemistry: the impact of forested surfaces on cloud enhancement and air quality in south-west France*.

Le travail s’articulera autour de trois parties : (1) mise en place d’un cadre de simulations ; (2) simulation de l’étude pré- et post-Klaus de Teuling et al. (2017) ; (3) études de sensibilité à des scénarios de changement d’occupation des sols dans la région Aquitaine.

La première partie consistera en plusieurs étapes : définir quelques cas tests présentant des situations météorologiques réelles caractérisées par différents types de couverture nuageuse ; optimiser les procédures d'emboîtement de domaines pour atteindre une résolution horizontale de 500 m pour les simulations ainsi qu'une résolution verticale fine permettant de prendre en compte l'effet de traînée des arbres ; tester les bases de données d'occupation des terres ECOCLIMAP à 1 km et 300 m de résolution ; tester deux schémas différents de microphysique.

Dans la seconde partie on cherchera à savoir dans quelle mesure Méso-NH est capable de simuler la baisse d'enneigement sur la forêt des Landes constatée à la suite de la tempête Klaus. Des simulations seront ainsi effectuées pour des conditions de surface pré- et post-Klaus, avec un forçage météorologique représentatif de journées convectives. La localisation des zones dévastées par la tempête sera déduite des cartes réalisées par l'IGN. Le rôle des différents paramètres de surface sera évalué (albédo, rugosité, humidité du sol en particulier).

Enfin, un ensemble de simulations sera effectué sous différents scénarios d'évolution de l'occupation des sols, tels qu'ils auront été élaborés par ailleurs au cours du projet LUCAS. Ces scénarios permettront de définir différentes répartitions spatiales d'éléments de paysage : forêt, cultures, fermes solaires, villes, etc. Il s'agira de quantifier, sur la base d'indicateurs qui seront élaborés, l'éventuel impact des différentes configurations retenues sur la formation de nuages et le climat régional.

Au-delà d'une meilleure compréhension de cet impact des surfaces continentales sur le climat à des échelles sub-régionales, ce projet de thèse devrait aussi permettre de mieux évaluer les services écosystémiques fournis par les forêts et fournir ainsi de nouvelles clés pour un aménagement durable des territoires.

Nature du travail et compétences souhaitées

Le ou la candidat(e) devra avoir une formation en physique de l'atmosphère et météorologie, ainsi qu'une bonne connaissance des processus de surface et des interactions surface – atmosphère. Il (elle) devra se familiariser avec le code Méso-NH et son module de surface SURFEX (Masson et al., 2013), et utiliser les outils d'analyse utilisés au sein du laboratoire d'accueil.

Cette thèse étant financée par le Labex COTE, le ou la doctorant(e) devra être inscrit(e) à l'ED Sciences et environnements de l'université de Bordeaux. Son travail sera effectué au CNRM à Toulouse.

Références

Staal A, Tuinenbrug OA, Bosmans JHC, Holmgren M, van Nes EH, Scheffer M, Zemp DC, Dekker SC, 2018. Forest-rainfall cascades buffer against drought across the Amazon. *Nature Clim. Change*, 8, 539–543.

Teuling AJ, Taylor CM, Meirink JF, Melsen LA, Miralles DG, van Heerwaarden CC, Vautard R, Stegehuis AL, Nabuurs GJ, Vilà-Guerau de Arellano, 2017. Observational evidence for cloud cover enhancement over western European forests. *Nature Comm.*, 8, 14065.

Lac C, Chaboureaud JP et al., 2018. Overview of the Meso-NH model version 5.4 and its applications. *Geosci. Model Dev.*, 11, 1929-1969.

Masson V, Le Moigne P et al., 2013. The SURFEXv7.2 land and ocean surface platform for coupled or offline simulation of earth surface variables and fluxes. *Geosci. Model Dev.*, 6, 929-960.