

## M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM)

Titre du stage : ***Simulation des nuages et de leurs propriétés radiatives par le modèle de climat régional ALADIN-Climat sur l'Europe et la Méditerranée***

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

R. Roehrig, Ingénieur des Ponts, Eau et Forêts : [romain.roehrig@meteo.fr](mailto:romain.roehrig@meteo.fr), tel : 05 61 07 97 62

D. Bouniol, Chargée de Recherche du CNRS : [dominique.bouniol@meteo.fr](mailto:dominique.bouniol@meteo.fr), tel : 05 61 07 99 00

P. Nabat, Ingénieur des Travaux de la Météorologie : [pierre.nabat@meteo.fr](mailto:pierre.nabat@meteo.fr), tel : 05 61 07 97 40

Sujet du stage :

Les nuages sont un élément critique du système climatique, à la fois pour comprendre son état moyen, sa variabilité et sa sensibilité aux gaz à effet de serre, que ce soit à l'échelle globale ou régionale. Etant donné la résolution relativement grossière des modèles actuels (10 à 100 km), les processus nuageux sont dits sous-maille et représentés par des modèles (appelés paramétrisation) mettant en jeu des systèmes d'équations simples permettant de déterminer la nébulosité d'une maille de modèle à partir des variables résolues explicitement par le modèle. C'est une source potentielle d'erreur importante des modèles de climat actuels (e.g., Chakroun et al. 2016). C'est aussi une source d'incertitude pour les projections du rayonnement solaire à la surface, comme par exemple souligné par l'étude récente de Bartok et al. (2017) qui met en évidence une incohérence entre celles simulées par les modèles de climat globaux (augmentation du rayonnement solaire et diminution de la nébulosité) et celles simulées par des modèles de climat régionaux forcés par ces mêmes modèles de climat globaux (diminution du rayonnement solaire avec peu de changement sur la nébulosité).

Les observations récentes, comme celles réalisées pendant les 10 dernières années par le satellite CALIPSO, permettent aujourd'hui une évaluation fine des nuages dans les modèles de climat, en termes de couverture nuageuse totale, mais aussi du profil vertical de ces nuages, du contenu en eau liquide ou en glace, du rayon effectif des gouttelettes nuageuses. Cette comparaison utilise de plus en plus des simulateurs d'observable, permettant de convertir les champs du modèle de climat en des champs plus cohérents avec les observations satellites (e.g., *CFMIP Observational Simulator Package – COSP*). Les estimations des flux radiatifs au sommet de l'atmosphère et en surface, en conditions de ciel clair et de ciel nuageux (e.g., produit du *Clouds and the Earth's Radiant Energy System – CERES*) permettent aussi de documenter les propriétés radiatives des nuages.

Les objectifs de ce stage sont de (i) documenter les propriétés nuageuses simulées par ALADIN-Climat sur le domaine Euro-Méditerranée dans une configuration dite d'évaluation où le modèle est forcé à son frontière par une réanalyse (état moyen, cycle annuel et variabilité interannuelle), (ii) évaluer ces propriétés à l'aide du simulateur COSP implémenté récemment dans le modèle, en veillant notamment à sa bonne calibration, (iii) à comparer les propriétés nuageuses simulées par ALADIN-Climat à celle simulées par son modèle global parent ARPEGE-Climat qui possède la même physique atmosphérique mais utilise une résolution plus lâche, et (iv) identifier les paramètres de réglages du modèle pouvant permettre d'améliorer la représentation de ces propriétés nuageuses.

Bibliographie :

Bartok, et al. 2017: Projected changes in surface solar radiation in CMIP5 global climate models and in EURO-CORDEX regional climate models for Europe. *Climate Dynamics*, 49, 2665-2683.

Chakroun, M. et al. 2016: Characterization of vertical cloud variability over Europe using spatial lidar observations and regional simulation