

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

Laboratoire : CNRM (Météo-France / CNRS)

Titre du stage : Impact radiatif des nuages détrainés de la convection profonde sous les Tropiques : Evaluation des modèles de climat à partir de données satellite.

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

Dominique Bouniol - Chargé de recherche au CNRS

Catherine Rio – Chargé de recherche au CNRS

Romain Roehrig – Ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts à Météo-France

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

Dominique Bouniol – 05 61 07 99 00 – dominique.bouniol@meteo.fr

Catherine Rio – 05 61 07 94 75 - catherine.rio@meteo.fr

Romain Roehrig – 05 61 07 67 62 – romain.roehrig@meteo.fr

Sujet du stage :

Les systèmes convectifs de moyenne échelle jouent un rôle majeur sur le bilan d'eau et d'énergie sous les Tropiques. Ils redistribuent verticalement eau et énergie dans l'atmosphère, produisent des précipitations, et génèrent des nuages hauts et profonds, dont les effets radiatifs sont un des moteurs de la circulation atmosphérique tropicale. Pour pouvoir simuler la circulation générale de l'atmosphère sur plusieurs centaines d'années les modèles de climat actuels qui participent aux exercices d'intercomparaison de type CMIP et qui alimentent une partie des travaux du GIEC tournent avec une résolution horizontale de l'ordre de la centaine de kilomètres, ce qui fait que les processus convectifs et nuageux, dits « sous-maille », ne sont pas explicitement résolus. Leurs effets sur les champs résolus du modèle (température, humidité et vent) sont pris en compte par un ensemble d'équations décrivant leur comportement, appelées paramétrisations, activées dans chaque colonne atmosphérique du modèle. Ces paramétrisations reposent sur un ensemble d'hypothèses sur les facteurs influençant la macro et la microphysique des nuages qui se doivent d'être suffisamment réalistes pour simuler correctement l'évolution des nuages en changement climatique. Le réchauffement climatique induit en effet des modifications de la stratification thermique et du contenu en eau de l'atmosphère, susceptibles d'impacter la distribution verticale des nuages, et par suite leurs rétroactions sur la circulation générale. Il est indispensable d'évaluer la capacité des modèles de climat à représenter les nuages issus de la convection et leurs effets radiatifs, afin d'accroître notre confiance dans les projections climatiques.

L'effet radiatif des nuages (*Cloud Radiative Effect* – CRE) sur le bilan énergétique du système climatique est quantifié par l'écart entre le flux réellement émis par la colonne atmosphérique, en présence de nuages, et celui émis en ciel clair, c'est à dire sous les mêmes conditions thermodynamiques, mais en l'absence de nuage. Le CRE est souvent estimé au sommet de l'atmosphère à l'aide d'observations spatiales couplées à l'utilisation d'un code de transfert radiatif. De manière générale, au sommet de l'atmosphère, le CRE dans le domaine du visible est négatif (effet d'albédo) alors qu'il est positif dans le domaine de l'infra-rouge (effet de serre). Les observations montrent que ces deux grandeurs tendent à s'annuler dans les régions tropicales convectives.

L'objectif de ce stage est de caractériser l'effet radiatif des nuages détrainés par la convection profonde dans les observations et les deux modèles atmosphériques français (Arpege-Climat et LMDZ). Dans un premier temps, les observations issues de l'instrument CERES à bord des satellites Aqua et TERRA permettront de quantifier la contribution des nuages détrainés des systèmes convectifs de moyenne échelle au bilan radiatif à l'échelle de la ceinture tropicale, mais aussi dans des environnements contrastés (e.g., continent/océan, saison, régime dynamique). Dans un deuxième temps, ces observations seront confrontées aux modèles Arpege-Climat et LMDZ afin d'évaluer leur capacité à simuler l'impact radiatif de ces nuages, dans les domaines du visible et de l'infra-rouge. On s'attachera en particulier à identifier les potentielles compensations d'erreurs entre les propriétés macrophysiques (profil vertical de la couverture nuageuse) et microphysiques (taille des cristaux de glace, vitesse de chute, ...) de ces nuages, qui combinées, peuvent donner des effets radiatifs corrects au sommet de l'atmosphère, associés cependant à des biais importants sur les caractéristiques nuageuses et la circulation grande-échelle.