

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM, Météo-France/CNRS, Toulouse

Titre du stage : Cycle de vie de la convection profonde dans les modèles de climat

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

Dominique Bouniol – Chargé de recherche CNRS

Catherine Rio – Chargé de recherche 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.

Le cycle de vie d'un système convectif peut se décomposer selon trois phases : initiation, phase mature et dissipation (Houze, 1987). L'initiation du processus convectif est caractérisée par l'apparition de mouvements verticaux intenses associés à de fortes précipitations. Lorsque le système convectif est mature, des pluies stratiformes apparaissent, conjointement avec une nébulosité haute, optiquement et géométriquement épaisse et dont l'extension horizontale est bien supérieure à celle des tours convectives (enclumes). Pendant la dissipation du système, seule demeure la nébulosité haute. Ces trois phases ne sont pas d'égales durées et font intervenir des échelles spatio-temporelles de différents ordres de grandeurs (quelques km²/heures pour les tours convectives et 10⁴ km²/jusqu'à la journée pour les nuages détrainés de la convection).

Les modèles de climat actuels, comme ceux participant aux exercices d'intercomparaison de type CMIP ou alimentant une partie des travaux du GIEC, résolvent les équations de la dynamique des fluides sur une grille dont la résolution horizontale est de l'ordre de la centaine de kilomètres. Les processus convectifs et nuageux sont alors nécessairement « sous-maille », et leurs effets sur les variables résolues du modèle doivent être pris en compte par un ensemble d'équations appelées paramétrisations, qui reposent sur un ensemble de principes physiques et considérations empiriques. Elles se doivent d'être le plus réaliste possible, notamment pour accroître notre confiance dans la manière dont les modèles de climat simulent l'évolution des nuages en réponse au changement climatique.

Il est donc essentiel d'évaluer la capacité des modèles de climat à représenter les nuages issus de la convection et leurs effets radiatifs.

L'objectif du stage est d'évaluer la capacité des paramétrisations de deux modèles de climat (ARPEGE-Climat et LMDZ) à représenter le cycle de vie des systèmes convectifs et à proposer des pistes d'amélioration. En pratique, cela consistera à :

1. Proposer une définition d'évènement convectif tropical applicable aux sorties d'une simulation climatique, et permettant une détection automatique. On s'appuiera pour cela sur les différents schémas conceptuels du cycle de vie des systèmes convectifs tels que proposés dans la littérature (e.g., Houze 1987). Une combinaison adéquate de plusieurs variables pourra être envisagée afin de rendre compte à la fois de la partie précipitante et de la partie nuageuse des systèmes convectifs.
2. Construire un évènement convectif composite à partir des simulations de chacun des deux modèles, permettant de décrire ses propriétés (e.g., pluie, nébulosité, flux radiatif au sommet de l'atmosphère, quantité de glace, flux de masse). La dépendance régionale de ces évènements convectifs composites sera également étudiée, ainsi que le phasage des évènements par rapport au cycle diurne de l'ensoleillement afin de mieux comprendre leur impact radiatif.
3. Confronter les résultats composites issus des simulations numériques à ceux construits à partir d'observations spatiales : Roca et al. (2017) pour les propriétés macrophysiques ou Bouniol et al. (2016, 2021) pour les propriétés radiatives. On s'intéressera en particulier à la sensibilité de la représentation de la convection à son environnement.