

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM

Titre du stage : Modélisation idéalisée de la mousson africaine avec le modèle de climat CNRM-CM6

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

R. Roehrig, Ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts : romain.roehrig@meteo.fr, tel: 05 61 07 97 62

P. Peyrillé, Ingénieur des Travaux de la Météorologie : philippe.peyrille@meteo.fr, tel: 05 61 07 97 43

J.-P. Lafore, Ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts : jean-philippe.lafore@meteo.fr, tel: 05 61 07 93 25

Sujet du stage :

La mousson africaine est un système dynamique complexe dans lequel interagissent de nombreux processus et de multiples échelles, rendant difficile sa compréhension et sa modélisation. En particulier, les modèles de climat actuels (e.g. Roehrig et al. 2013), bien que reproduisant un certain nombre des caractéristiques de la mousson africaine, n'ont pas encore atteint un degré de maturité suffisant leur permettant de simuler cette mousson et sa variabilité de manière satisfaisante. Afin de continuer à mieux comprendre le système de mousson et pourquoi les modèles de climat ont tant de difficultés, nous proposons dans ce stage de contribuer à développer une configuration idéalisée et de complexité réduite, basée sur le modèle de climat du CNRM (CNRM-CM6), et permettant de simuler les grandes caractéristiques d'une mousson. Ce travail fournira aussi un cadre pour analyser le comportement du modèle CNRM-CM6, sa réponse à certains types de forçages (e.g., gaz à effet de serre) et ainsi mieux comprendre ses configurations plus réalistes.

Une mousson résulte au premier ordre d'un contraste terre-mer à grande échelle, ou, autrement dit, d'un contraste de propriétés de surface (e.g., albedo, inertie thermique, disponibilité en eau). Le point de départ de la configuration idéalisée est une aquaplanète (une planète Terre recouverte d'un océan global), utilisant un modèle d'océan simplifié (appelé « slab ocean ») d'épaisseur constante (~30 m) et dont le transport méridien d'énergie est prescrit ou déterminé par un rappel de la température de la mer vers des valeurs données. Pour représenter une mousson de type africaine, nous proposons de rajouter une « île » sur cette aquaplanète, de taille comparable à celle de la moitié nord du continent africain. Ses propriétés de surface sont obtenues en modifiant les caractéristiques du « slab ocean ». Les interactions surface-atmosphère y sont donc simplifiées, avec une épaisseur de couche océanique réduite (faible inertie thermique), un transport méridien nul, une résistance à l'évaporation renforcée (stress hydrique, mais avec une quantité d'eau infinie) et un albedo augmenté. Cette configuration s'inspire de celle proposée dans le cadre d'un projet international d'intercomparaison de modèles autour des questions de mousson et de précipitations tropicales (Voigt et al. 2016).

Le stage a deux objectifs principaux : (i) analyser les propriétés du système de mousson (état moyen et variabilité synoptique et intrasaisonnaire) ainsi simulées, tout en les comparant avec celles obtenues à l'aide d'une configuration plus réaliste de CNRM-CM6, et (ii) analyser la sensibilité du système de mousson à différents paramètres de la configuration (inertie thermique, résistance à l'évaporation, albedo, température de surface de la mer). La sensibilité du modèle à certains de ses paramètres mal-contraints pourra aussi être analysée.

Le travail s'organisera autour de différentes tâches : 1/ Bibliographie permettant de faire le point sur la connaissance des grands équilibres de la mousson, notamment obtenue à l'aide de configurations idéalisées (e.g. Peyrillé et Lafore 2007). 2/ Analyse des propriétés de la mousson simulées dans une première simulation idéalisée, comparaison avec celles simulées dans une configuration réaliste de CNRM-CM6. 3/ Définition et réalisation des simulations permettant de tester la sensibilité de la mousson à différents paramètres de la configuration et du modèle. 4/ Analyse de ces tests de sensibilité, notamment à l'aide de bilans d'eau et d'énergie.

Ce travail pourra être prolongé par une thèse où la configuration sera peu à peu complexifiée (e.g., ajout d'un modèle de surface réaliste pour notamment l'hydrologie), permettant de continuer à mieux comprendre le système de mousson et sa représentation dans CNRM-CM6. La variabilité synoptique et intrasaisonnaire de la mousson fera l'objet d'une attention toute particulière.

Bibliographie :

Peyrillé, P., J.-P. Lafore and J.-L. Redelsperger, 2007: An idealized two-dimensional framework to study the West African Monsoon. Part I: Validation and key controlling factors. *J. Atmos. Sci.*, **64**, 2765-2782. doi:10.1175/JAS3919.1.

Roehrig, R., D. Bouniol, F. Guichard, F. Hourdin, and J. Redelsperger, 2013 : The present and future of the west African monsoon : a process-oriented assessment of CMIP5 simulations along the AMMA transect. *J. Climate*, **26**, 6471-6505. doi:10.1175/JCLI-D-12-00505.1.

Voigt, A., et al. 2016 : The Tropical Rain belts with an Annual cycle and Continent Model Intercomparison Project : TRACMIP. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, **8**(4), 1868-1891, doi: 10.1002/2016MS000748.