

Proposition de Stage M2 ou de fin d'Etude pour 2014

Nom du laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera le stage :

Météo-France, GMME, CNRM-GAME, UMR 3589

Titre du sujet proposé :

Rôle de la surface continentale sur le cycle de vie d'un système convectif Ouest-Africain : simulation haute résolution à partir du modèle AROME

Nom et statut du (des) responsable(s) de Stage (préciser si HDR) :

Beucher Florent
Peyrillé Philippe
Boone Aaron

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

Florent Beucher : Tél : 05 61 07 93 23 / Fax : 05 61 07 96 26 / Mél : florent.beucher@meteo.fr
Peyrille Philippe : Tél : 05 61 07 97 43 / Mél : philippe.peyrille@meteo.fr
Boone Aaron : Tél : 05 61 07 98 44 / Mél : aaron.boone@meteo.fr

Résumé du sujet (le descriptif ne doit pas dépasser une page recto/verso)

Sujet du stage :

La mousson d'Afrique de l'Ouest a un fort impact sociétal puisque la totalité des précipitations tombe entre juin et septembre. Le Sahel qui se situe approximativement entre 12 et 20°N est une région où les pluies sont rares et modulées à l'échelle synoptique et inter-annuelle, rendant la région sensible à des longues périodes de sécheresse. En outre, 80 % des pluies sont apportés par les systèmes convectifs de Mésos-Echelle (MCS) comme les lignes de grains, faisant plusieurs centaines de km d'échelle spatiale et pouvant durer plusieurs jours. Leur dynamique est toutefois complexe car elle dépend de l'échelle synoptique (Ondes d'Est Africaine, Jets) mais également de la surface continentale à travers les flux de chaleur à la surface et l'humidité des sols. En particulier Taylor et al (2011) ont montré récemment que l'initiation de la convection est pilotée par les gradients de température de surface à méso-échelle.

En terme de prévision, les modèles d'échelle globale comme ARPEGE à Météo-France, qui ont une résolution horizontale de quelques dizaines de kilomètres sur l'Afrique ne parviennent pas à prévoir le cycle de vie de ces MCS (initiation correcte et trajectoire) dont les principaux processus ont lieu à une échelle inférieure à celle de la maille du modèle. Actuellement des modèles numériques (Mésos-NH, AROME en France) permettent de réaliser des simulations avec une échelle horizontale de quelques kilomètres seulement ce qui permet de ne plus utiliser de paramétrisation pour la convection profonde mais de la résoudre de façon explicite. Depuis 2008, le modèle de prévision AROME a présenté un réel bénéfice pour les prévisionnistes. Cependant, la capacité d'AROME à simuler des lignes de grain n'avait jamais été testée sur les zones tropicales comme l'Afrique de l'Ouest, ce qui représente un

véritable challenge scientifique. Au sein de l'équipe, des simulations AROME à une résolution de 5 km ont été réalisées sur un vaste domaine couvrant toute l'Afrique de l'Ouest entre le 23 et le 28 juin 2006, qui correspond à une période d'activité convective intense, associée à une onde d'est africaine. Ce cas est également bien documentée grâce au jeu d'observations tiré de la campagne AMMA 2006. L'étude a été menée avec le cadre opérationnel que Météo-France utilise pour réaliser ses prévisions, permettant d'évaluer la prévisibilité de ces MCS avec AROME. Sur ce cas de convection associé à une onde d'Est Africaine, les résultats soulignent le fort potentiel d' AROME à simuler le cycle de vie des MCS ainsi que le couplage de la convection avec l'onde à une échéance de 48 heures (Beucher et al., 2013).

A partir de cette étude préalable avec AROME, l'objectif de ce stage est d'étudier le couplage entre systèmes convectifs et surface continentale en changeant les paramètres clés décrivant l'état du continent. Actuellement AROME utilise une climatologie des conditions de surface (ECOCLIMAP, Masson et al. 2003), non cohérente avec les pluies et les systèmes simulés. Or Wolters et al. (2010) ont montré que les gradient horizontaux d'humidité du sols influencent la trajectoire et l'intensité des MCS. Au-delà Taylor et al. (2011) montrent que la convection est initiée plutôt sur les sols sec et chauds grâce à des circulations de brise locale. De plus la zone sahélienne est une zone où le recyclage de l'eau est fort, c-a-d où le temps de réponse de l'évaporation de surface est rapide, ce qui peut jouer sur la stabilité de l'atmosphère et sur le déclenchement de la convection.

Le stage consistera à prescrire des conditions de surface de l'année 2006 tirées des bases ALMIP (Boone et al. 2009) et ECOCLIMAP-V2 et à tester l'impact de ces modifications avec une simulation numérique. Une des questions abordées dans le stage sera de cerner la capacité d' AROME à reproduire les processus de fine échelle décrits plus haut.

La méthodologie repose sur la comparaison d'une simulation de référence AROME (Beucher et al., 2013) avec des simulations introduisant des modifications des propriétés de surface. Pour réaliser ces nouvelles simulations, l'étudiant devra utiliser une interface OLIVE (une journée de formation en interne) qui permet de modifier aisément les données de surface via une nameliste. Il pourra également s'appuyer sur le site internet dédié au module SURFEX (<http://www.cnrm.meteo.fr/surfex-lab/>). L'idée principale consiste à ne modifier qu'un seul paramètre de surface à la fois pour hiérarchiser l'importance des processus dans l'initiation et la trajectoire des MCS. Les paramètres de surface à tester viendront d'une base de données ECOCLIMAP V2 (comportant entre autres des données de surface foliaire, de type de végétation etc.) et de la base de données ALMIP (humidité des sols etc.). Avec la rapidité du super-calculateur, une simulation AROME de 144 heures (23-28 juin) ne prend que 6 à 12 heures de temps de calcul. L'étudiant pourra ainsi effectuer de nombreux tests de sensibilité aux propriétés de surface.

Pour évaluer ces simulations, de nombreux diagnostics ont déjà été développés au sein de l'équipe. Pour valider ces simulations numériques, nous pourrions les comparer à l'échelle locale avec des données des sites AMMA-Catch (flux radiatifs etc.) étagés le long d'un gradient d'aridité ouest-africain (Lebel et al. 2009).

Ce sujet fait appel à de nombreuses compétences puisqu'il faut être capable de lancer des simulations AROME (soutien de Florent Beucher) et acquérir rapidement des connaissances de base dans le module SURFEX ainsi que sur le rôle des propriétés de surface en zones tropicales (soutien de P. Peyrillé et A. Boone).

L'étudiant devra avoir une bonne maîtrise générale en informatique et de réelles capacités à interagir avec de nombreuses personnes. Il devra également disposer d'une réelle capacité d'analyse de divers champs météorologiques.