

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM

Titre du stage : Impact des aquifères et des plaines d'inondation sur le changement climatique dans un modèle global de climat

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

Jeanne Colin : Chercheur (ITM) ; Bertrand Decharme : chercheur (CNRS-CR)

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

Jeanne Colin Tel : 05 61 07 99 33

e-mail : jeanne.colin@meteo.fr

Bertrand Decharme Tel : 05 61 07 93 64

e-mail : bertrand.decharme@meteo.fr

Sujet du stage :

L'hydrologie continentale est une composante active du système climatique. Elle est notamment susceptible d'influer sur les échanges d'énergie et de chaleur proches de la surface. Il est donc nécessaire de modéliser correctement ces processus hydrologiques continentaux dans les modèles de climat.

Dans le modèle de climat développé au CNRM, les surfaces continentales sont simulées par la plateforme SURFEX couplée au modèle d'atmosphère ARPEGE-Climat. Dans SURFEX, l'hydrologie est représentée par le modèle de routage des fleuves CTRIP couplé au modèle de sol et de végétation ISBA. Ces dernières années, de nombreux développements ont été réalisés dans SURFEX ; ils ont été dûment validés en mode «*offline*» (c'est-à-dire en faisant tourner SURFEX seul, avec une atmosphère observée), puis intégrés au modèle de climat après s'être assuré qu'ils donnaient de bons résultats en climat présent, à la résolution spatiale nominale du modèle qui est actuellement d'environ 1° (grille de Gausse réduite t127). Dans la version actuelle du modèle de climat du CNRM, l'écoulement des rivières est simulé à 0.5° de résolution par CTRIP qui inclut également un schéma 3D d'aquifères et une paramétrisation des plaines d'inondation, ces deux modules étant couplés au sol d'ISBA. L'ajout du schéma d'aquifères s'est avéré avoir un effet très faible sur le climat présent et la paramétrisation des plaines inondables n'a montré que des effets très localisés. Plus récemment, nous nous sommes intéressés à l'impact de la présence d'aquifères sur la «*sensibilité climatique*», c'est-à-dire sur la réponse du modèle à un quadruplement brutal de la concentration de CO₂ atmosphérique, par rapport au niveau pré-industriel – simulations dites «*abruptes 4xCO₂*». Les résultats ont montré que la présence des aquifères pouvait moduler la sensibilité climatique du modèle à l'échelle d'une région en réduisant le réchauffement simulé de 1°C à 2 °C, ce qui correspond à 20% du signal.

L'objectif du stage est de poursuivre l'étude de l'impact de certains des processus ou composantes de l'hydrologie continentale sur la sensibilité du modèle de climat du CNRM à l'augmentation des gaz à effets de serre. Dans un premier temps, on s'attachera à évaluer l'impact des plaines inondables – avec et sans aquifères – sur la sensibilité climatique, grâce à des simulations en pré-industriel et en abrupt 4xCO₂. A cette fin, un jeu de huit simulations aura été préparé en amont du stage. Le travail débutera donc par l'analyse de ces simulations et la mise en évidence des éventuels mécanismes physiques pouvant expliquer les résultats. En fonction des conclusions tirées et du temps qui restera imparti, le stage pourra se poursuivre dans l'une ou l'autre de ces directions: (1) Impact des aquifères et/ou des plaines inondables sur la réponse transitoire du modèle à un changement climatique progressif, au travers de simulations où la concentration de CO₂ augmente de 1% par an ou dans des scénarios de changement climatique; (2) Impact des aquifères et/ou des plaines inondables sur la sensibilité climatique dans des simulations à plus haute résolution (environ 50 km), la formulation des paramétrisations étudiées pouvant en effet laisser supposer une dépendance à la résolution. Le stagiaire aura alors l'occasion de lancer lui-même des simulations climatiques et d'analyser les résultats obtenus pour répondre à l'une ou l'autre de ces questions. Précisons que dans un cas comme dans l'autre, les simulations pourront se faire avec océan forcé, dans un temps de calcul raisonnable pour un stage de six mois.

L'étude proposée s'insère dans les thématiques de recherche du laboratoire portant sur les interactions physiques entre surfaces continentales et atmosphère et sur l'étude du changement climatique. Il s'inscrit dans le cadre du projet ANR I-GEM étudiant l'impact des eaux souterraines dans les modèles de système Terre et présente des liens forts avec CMIP6, l'exercice international d'inter-comparaison des modèles de climat servant de base au prochain rapport du GIEC. Il pourra déboucher sur une proposition de doctorat sur le thème de l'hydrologie continentale en changement climatique.