
Sujet de stage (6 mois - 2009) – Niveau Master Recherche en hydrologie

Simulation des changements climatiques et anthropiques sur un grand bassin versant tropical : des problèmes d'incertitudes à l'intégration des changements environnementaux.

Contexte : Le climat de l'Afrique de l'Ouest est régi par un système de circulation atmosphérique de mousson, piloté par l'oscillation saisonnière de la Zone de Convergence InterTropicale. D'effet relativement limité sur les températures, cette structure engendre pour les précipitations un cycle saisonnier particulièrement stable et marqué. On a observé que la pluviométrie avait chuté autour de 1970 dans la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest, marquant le début d'une période de sécheresse persistante sans précédent depuis maintenant presque 4 décennies. Les grands fleuves ouest-africains ont singulièrement souffert de la sécheresse, leurs déficits en écoulements subissant une amplification d'un facteur moyen de l'ordre de 2 vis-à-vis du déficit pluviométrique.

Problématique : L'évaluation de l'impact de ces changements sur les écoulements nécessite une représentation des processus qui régissent les liens entre les données climatiques (pluies, ETP) et les régimes hydrologiques des rivières. La modélisation hydrologique constitue une voie pour représenter cette relation. En Afrique de l'Ouest, l'excessive rareté des données descriptives sur le milieu tend à favoriser le recours à une modélisation conceptuelle, particulièrement pour l'étude de grands bassins versants (de l'ordre de 100 000 km²). Ainsi, une étude a permis d'analyser la sensibilité d'un modèle pluie/débit (global et semi-distribué) à la distribution spatio-temporelle de la pluie sur une longue période (40 ans) et sur un grand bassin versant tropical (le Bani à Douna, 100,000 km², Mali). Cette étude a révélé 2 principales limites relatives à :

- 1) des incertitudes qui subsistent quant à la gamme de paramètres testés, l'algorithme de calibration et la fonction objectif retenues pour ce travail : cette incertitude conduit notamment à de potentiels problèmes bien connus d'équifinalité, qui rendent délicates non seulement l'interprétation des paramètres de calibration, mais surtout la légitimité de faire porter le calage du modèle sur ces paramètres.
- 2) la difficulté à reproduire avec précision le comportement du bassin versant après 1970, alors que le modèle reproduit avec beaucoup de réalisme l'hydrogramme observé sur la période antérieure. Les mécanismes conduisant à la non-linéarité de cette relation pluie-débit sont encore loin d'être pleinement compris. Ont vraisemblablement un rôle à jouer dans cette explication : (i) le changement du cycle saisonnier de la pluie ; (ii) le changement de la recharge et du comportement des nappes et (iii) les évolutions des couverts végétaux et des états de surface (intensification de l'agriculture, surexploitation des ressources forestières) qui ont pu modifier les conditions de ruissellement et d'infiltration.

Sujet : Le sujet proposé vise à aborder ces 2 principales limites. Pour ce faire, le candidat participera activement aux tâches suivantes.

- 1) Extension des chroniques de modélisation (P, ETP, Q) à la période 1992-2005.
- 2) Analyse de sensibilité de la réponse du modèle aux facteurs suivants :
 - a. influence de l'état initial et conséquences sur la définition de la période de calage et de validation ;
 - b. sensibilité aux hypothèses et aux incertitudes de la structure temporelle et spatiale de la pluie sur la période 1950-2005. Détermination d'un intervalle de confiance sur les résultats en fonction de l'intervalle de confiance sur les paramètres déterminés lors du calage.
 - c. sensibilité à la fréquence et à la durée des périodes de lacune d'observation.
 - d. Identification des problèmes potentiels d'équifinalité : analyse des incertitudes liées à la procédure automatisée de calibration du modèle et à la fonction d'optimisation.

- 3) Adaptation de la version semi-distribuée du modèle à la gestion des lacunes d'observation. On fera notamment appel aux résultats du 2c.
- 4) Adaptation du modèle à une intégration des changements environnementaux identifiées par télédétection : calage sous contraintes d'évolution spatio-temporelle des paramètres conditionnant le ruissellement et l'infiltration.

Domaine de travail : Afrique de l'Ouest, Hydrologie, Modélisation numérique

Logiciels mobilisés : ArcGIS (SIG), Excel, Visual Basic

Formation dispensée :

- Méthodes et techniques du traitement de l'information spatialisée,
- Méthodes et techniques de la modélisation numérique,
- Structuration et formalisation d'une étude scientifique.

Profil recherché :

- Connaissances générales en hydrologie et en modélisation,
- Connaissance d'un logiciel SIG,
- Notions de programmation (connaissance de Visual Basic serait un plus),
- Capacités rédactionnelles,
- Goût du travail en équipe, sens du contact humain,
- Lecture de l'anglais scientifique et technique.

Candidatures : envoyer CV et lettre de motivation par courrier ou email à Denis Ruelland

UMR HydroSciences Montpellier
Université Montpellier II
Place E. Bataillon, case MSE
34095 Montpellier Cedex 5 France
www.hydrosciences.fr
04 67 14 90 12
ruelland@msem.univ-montp2.fr

Bibliographie succincte :

- D'Herbès, J.M., Valentin, C., 1997. Land surface conditions of the Niamey region: ecological and hydrological implications. *J. of Hydrol.*, 188-189, 18-42.
- Guinot, V., Cappealaere, B. Sensitivity equations for the 1D shallow water equations. Practical applications to model calibration. *Journal of Hydrologic Engineering (ASCE)*, soumis.
- Le Barbé, L., Lebel, T., Tapsoba, D., 2002. Rainfall variability in West Africa during the years 1950-1990. *J. Climate*, 15, 187-202.
- L'Hôte, Y., Mahé, G., Somé, B., Triboulet, J.P., 2002. Analysis of Sahelian annual rainfall index updated from 1896 to 2000: the drought goes on. *Hydrol. Sci. J.*, 47, 563-572.
- Ruelland, D., Tribotté, A., Puech, C., Dieulin, C. Comparison of methods for LUCC monitoring over 50 years in Sahel from aerial photographs and satellite images. *International Journal of Remote Sensing* (subm.)
- Ruelland, D., Ardoin-Bardin, S., Billen, G., Servat, E. Sensitivity analysis of a hydrological model to various modes of rainfall spatialization on a large basin in West Africa. *J. of Hydrol.*, in press.
- Ruelland, D., Dezetter, A., Puech, C., Ardoin-Bardin, S. (2008). Long-term monitoring of land cover changes based on Landsat imagery to improve hydrological modelling in West Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 29(12), 3533-3551.
- Servat, E., Paturel, J.E., Lubès-Niel, H., Kouame, B., Travaglio, M., Marieu, B., 1997. De la diminution des écoulements en Afrique de l'Ouest et Centrale. *C.R. Acad. Sci.*, 325, série IIa, 679-682.
- Tappan G. G., McGahuey M., 2007. Tracking environmental dynamics and agricultural intensification in southern Mali. *Agricultural Systems*, 94, 38-51.