

INTERACTIONS VEGETATION/HYDROLOGIE/CLIMAT AU SAHEL, MODELISATION ET RESULTATS DE TERRAIN DANS LE CADRE DE AMMA- NIGER

N. BOULAIN (1), M. RABANIT (2), F. TIMOUK (3), L. DESCROIX (3), C. LLOYD (4)
et B. CAPPELAERE (1)

(1) Institut de Recherche pour le Développement, U.M.R. Hydrosociences, Montpellier, France

(2) Institut de Recherche pour le Développement, Avenue de Maradi, Niamey, NIGER

(3) Institut de Recherche pour le Développement, Bamako, MALI

(4) Centre for Ecology and Hydrology, Crowmarsh Gifford, Wallingford, UK

L'utilisation des terres et l'hydrologie de surface changent au Niger, on observe de plus en plus de terres déboisées au profit de cultures. Ce déboisement des savanes en parcelles cultivées entraîne un changement dans les processus hydrologiques à l'échelle des bassins versants (Boulain 2004, Seguis et al. 2004). Pour étudier ces changements, une modélisation couplée de la végétation et des processus hydrologiques a été entreprise. Les modèles utilisés sont le modèle TREEGRASS (Simioni et al. 2000) pour simuler la végétation et le modèle abc-rwf (Cappelaere et al. 2003, Peugeot et al. 2003) pour les processus hydrologiques. Ces deux modèles travaillent à des échelles de temps et d'espaces différentes. Le but de ce travail est dans un premier temps de finaliser le paramétrage du modèle de végétation, puis de le coupler avec le modèle hydrologique pour enfin construire un nouveau modèle de végétation travaillant à l'échelle du bassin versant et intégrant complètement le modèle hydrologique.

Le modèle abc-rwf est un modèle 2D distribué à bases physiques pour simuler les processus hydrologiques de surface développés à partir du modèle r.water.fea (Vieux and Gaur 1994). Il a été employé sur le bassin de Wankama (Cappelaere et al. 2003, Peugeot et al. 2003). Le temps et l'espace sont uniformément et finement discrétisés pour représenter la dynamique des flux d'eau pour un événement pluvieux sur un petit bassin versant. Les fonctions de production et de routage sont complètement couplées, permettant la simulation du ruissellement et de l'infiltration pour chaque cellule d'une grille raster représentant le bassin versant. La validation pour le bassin de Wankama a été faite par Cappelaere et al. (Cappelaere et al. 2003) en utilisant la situation de 1992 pour l'utilisation des terres et les événements pluvieux de 1992 à 2000. Le modèle est capable de reproduire correctement le fonctionnement observé du bassin pour la période 1992 à 2000.

Le modèle TREEGRASS peut simuler le développement d'une association arbre-herbe à l'échelle d'une parcelle de l'ordre de l'hectare. Ce modèle a été adapté et paramétré pour une végétation de type sahélienne (Boulain 2004). Le modèle TREEGRASS se caractérise par une représentation en 3D du feuillage et du système racinaire dans une matrice de cellules. La production et l'évapotranspiration sont calculées à l'échelle de l'individu et pour un pas de temps infra journalier pour une saison de végétation. Un bilan d'énergie 3D est utilisé pour calculer la photosynthèse, la respiration, la transpiration, et l'évaporation du sol à une fine résolution (de 20 cm à 2m pour les cellules de la matrice 3D). Ce qui permet de prendre en compte l'effet de la répartition spatiale des arbres sur les flux d'eau et de carbone. Un modèle de photosynthèse (le modèle de Farquhar (Farquhar et al. 1980) pour les plantes en C3 et le modèle de Collatz (Collatz et al. 1991) pour les plantes en C4) est utilisé pour simuler de manière réaliste la phénologie des arbres, des herbes et des cultures, i.e. la surface foliaire évolue dynamiquement par rapport à la production primaire et à la stratégie d'allocation. La transpiration des plantes est extraite du sol en fonction de la distribution

spatiale des racines. L'eau du sol détermine le stress hydrique des plantes en fonction des caractéristiques spécifiques des espèces. Le sol est divisé en deux strates définies fonctionnellement : un horizon superficiel (contient 90% des racines) et un second plus spécifique aux arbres.

Le modèle TREEGRASS a été paramétré pour simuler soit une végétation de type « Jachère », soit une végétation de type « culture » (millet). La plupart des paramètres proviennent de la base Hapex-Sahel ou ont été mesurés au champ entre 2001 et 2005. Le modèle TREEGRASS-2 peut reproduire de manière satisfaisante le développement d'une jachère ou d'un champ de mil en milieu sahélien. L'apport de deux stations de flux, l'une sur une jachère et l'autre sur un champ de mil, sur le site de Wankama doit permettre de valider le modèle du point de vue des flux d'évapotranspiration et de CO₂. Le suivi des paramètres météorologiques, du bilan d'énergie, des flux d'eau et CO₂ a commencé fin juin 2005 et doit se poursuivre jusqu'à fin 2006. Un suivi a également lieu sur la même période pour les deux types de végétation ainsi que le suivi de l'humidité et température du sol jusqu'à 2,5 m de profondeur. La biomasse et le LAI ont été suivis de début juillet jusqu'à mi-octobre pour des parcelles de mil et de jachère réparties sur le bassin versant. Ces résultats doivent permettre d'améliorer la simulation des effets de la végétation sur l'hydrologie à l'échelle du bassin versant dans un premier temps et à l'échelle régionale dans un second temps.

Le couplage entre le modèle TREEGRASS-2 et le modèle abc-rwf permet de prendre en compte explicitement la place de chaque pixel simulé sur le bassin versant et, par conséquent, de prendre en compte les apports en eau des pixels voisins sur le pixel simulé. La simulation à l'échelle du bassin versant permet de tester des scénarii différents d'utilisation des terres et de croiser ces effets avec des scénarii de changement climatique.

Références

- Boulain, N. 2004. Effet des facteurs climatiques et anthropiques dans l'évolution récente des écosystèmes tropicaux : modélisation spatialisée du bilan hydrique d'un petit bassin versant sahélien. PhD. Paris VI, Paris.
- Cappelaere, B., B. E. Vieux, C. Peugeot, A. Maia, and L. Seguis. 2003. Hydrologic process simulation of a semiarid, endoreic catchment in Sahelian West Niger. 2. Model calibration and uncertainty characterization. *Journal of Hydrology* **279**:244-261.
- Collatz, G. J., J. T. Ball, C. Grivet, and J. A. Berry. 1991. Physiological and environmental regulation of stomatal conductance, photosynthesis and transpiration: a model that includes a laminar boundary layer. *Agricultural and Forest Meteorology* **54**:107-136.
- Farquhar, G. D., S. Von caemmerer, and J. A. Berry. 1980. A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C₃ species. *Planta* **149**:78-90.
- Peugeot, C., B. Cappelaere, B. E. Vieux, L. Seguis, and A. Maia. 2003. Hydrologic process simulation of a semiarid, endoreic catchment in Sahelian West Niger. 1. Model-aided data analysis and screening. *Journal of Hydrology* **279**:224-243.
- Seguis, L., B. Cappelaere, G. Milesi, C. Peugeot, S. Massuel, and G. Favreau. 2004. Simulated impacts of climate change and land-clearing on runoff from a small Sahelian catchment. *Hydrological Processes* **18**:3401-3413.
- Simioni, G., X. Le Roux, J. Gignoux, and H. Sinoquet. 2000. Treegrass: a 3D, process-based model for simulating plant interactions in tree-grass ecosystems. *Ecological Modelling* **131**:47-63.
- Vieux, B. E., and N. Gaur. 1994. Finite-element modeling of storm water runoff using Grass GIS. *Microcomputers in Civil Engineering* **9**:263-270.

Contact

Nicolas Boulain - Institut de Recherche pour le Développement, U.M.R. Hydrosiences, Agropolis, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France



Afrikaanse Moesson Multidisciplinaire Analyse
Afrikanske Monsun : Multidisplinaere Analyser
Analisi Multidisciplinare per il Monsone Africano
Analisis Multidisciplinar de los Monzones Africanos
Afrikanischer Monsun : Multidisziplinäre Analysen
Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine

African Monsoon Multidisciplinary Analyses

1st International Conference

Dakar, 28th November – 4th December 2005

Extended abstracts

Isabelle Genau, Sally Marsh, Jim McQuaid, Jean-Luc Redelsperger,
Christopher Thorncroft and Elisabeth van den Akker (Editors)

AMMA International

Conference organisation:

Bernard Bourles, Amadou Gaye, Jim McQuaid, Elisabeth van den Akker

English and French editing :

Jean-Luc Redelsperger , Chris Thorncroft, Isabelle Genau

Typesetting:

Sally Marsh, Isabelle Genau, Elisabeth van den Akker

Printing and binding:

Corlet Numérique
14110 Condé-sur-Noireau
France
numeric@corlet.fr

Copyright © AMMA International 2006

AMMA International Project Office

IPSL/UPMC
Post Box 100
4, Place Jussieu
75252 PARIS cedex 5

Web : <http://www.amma-international.org/>

Email amma.office@ipsl.jussieu.fr

Tel. +33 (0) 1 44 27 48 66

Fax +33 (0) 1 44 27 49 93

All rights reserved.

Back page photo: (Françoise Guichard, Laurent Kergoat)

Convective wind system with aerosols, named "haboob", Hombori in Mali, West Africa.