

Prise en compte des hétérogénéités des surfaces continentales dans la modélisation hydrologique de bassin versant. Apport de la plate-forme de modélisation LIQUID

J. Dehotin⁽¹⁾, S. Debionne⁽²⁾, P. Viallet⁽²⁾, F. Branger⁽¹⁾, I. Braud⁽¹⁾,
judicael.dehotin@cemagref.fr

⁽¹⁾Cemagref de Lyon, UR HHLY, 3 bis quai Chauveau, CP220, 69336 Lyon Cedex 9

⁽²⁾Hydrowide, Domaine Universitaire, 1025 Rue de la piscine, 38400 St Martin d'Hères

Contexte

Les modèles hydrologiques spatialisés sont des outils qui permettent de prendre en compte l'hétérogénéité des surfaces continentales et des entrées dans la modélisation. Ils peuvent donc permettre d'étudier l'impact de modifications anthropiques ou climatiques sur les ressources en eau. L'expérience a montré que les modèles existants ne présentaient pas toute la souplesse nécessaire à l'introduction de nouveaux processus. La prise en compte des hétérogénéités de l'espace dont la géométrie est en général complexe avec un mélange d'éléments linéaires (les réseaux) et surfaciques (occupation du sol, etc..) est aussi assez difficile. Ceci a conduit à repenser la manière de découper l'espace et la modélisation hydrologique pour aboutir à une meilleure représentation de la réalité.

Découpage de l'espace pour la modélisation hydrologique spatialisée

Dans ce cadre, une représentation du système hydrologique reposant sur le découpage du bassin versant en sous-bassins (ou REW, Reggiani et al, 2000) considérés comme des unités de modélisation a été initiée. Les résultats de Varado (2004) ont montré les limites de cette approche qui ne prend pas en compte l'hétérogénéité spatiale au sein des sous-bassins. Un second niveau de discrétisation a été préconisé pour la prise en compte de l'hétérogénéité spatiale au sein des REW (Haverkamp et al., 2004). Ce sont les Representative Elementary Columns (RECs). Cette discrétisation s'appuie sur une analyse des informations sur l'occupation des sols, la géologie, la pédologie, la texture des sols etc. Le croisement de ces couches d'informations conduit à un très grand nombre d'éléments irréguliers et non structurés. Pour de petits bassins versants, il est possible de prendre en compte tous ces éléments mais ce n'est plus possible pour des bassins plus grands car les temps de calculs deviendraient prohibitifs. Un cadre méthodologique de découpage des REWs en zones homogènes a été proposé (Dehotin et Braud, 2007) afin d'obtenir des RECs qui prennent en compte l'hétérogénéité du paysage. La méthode proposée permet aussi d'assurer l'adéquation entre l'échelle des données disponibles, l'échelle pertinente pour les processus à représenter et l'échelle de représentation ou unités de modélisation. Les éléments obtenus décrivent de façon pertinente les hétérogénéités et discontinuités des milieux étudiés.

Modélisation hydrologique adaptée au maillage irrégulier et non structuré

La description des transferts d'eau, donc des processus (au sein des modules) dans le système hydrologique ainsi défini nécessite soit l'utilisation d'approches simplifiées basées sur les flux (exemple dans la thèse de Branger 2007) ; soit l'utilisation de méthodes de résolution des équations de transferts adaptées aux maillages non structurés et irréguliers. Dans ce cas, des adaptations du maillage et des méthodes de résolution utilisées sont alors nécessaires. Nous avons abordé cet aspect à partir de l'exemple d'un module de simulation des transferts verticaux dans la zone saturée. Il résout l'équation de Boussinesq 2D sur un maillage

irrégulier mais conforme. Différents tests (comparaison avec des solutions analytiques et d'autres codes de référence (MODFLOW, MIKE SHE)) ont été réalisés pour valider l'approche.

Nous abordons aussi la problématique du couplage de différents modules en partant de ce module et en étudiant le couplage avec les écoulements dans la rivière et dans la zone non saturée pour lesquels des modules de simulation ont aussi été développés. L'objectif est d'obtenir un prototype de modèle couplant ces trois composantes du cycle hydrologique avec en perspective son utilisation dans l'étude des conséquences de scénarios de changement d'occupation des sols ou de climat sur la ressource en eau et le régime des cours d'eau. Les résultats obtenus sont illustrés à partir de données du Haut-Bassin de la Saône pour lequel une information climatique, sur l'occupation et les types de sol spatialisé (projet GEWEX-Rhône) est disponible sur la période 1981- 1995.

L'ensemble des développements ont été intégrés à la plate forme de modélisation hydrologique LIQUID qui est en cours de développement par la société HYDROWIDE en collaboration avec le Cemagref et le LTHE-Grenoble. Les notions de modélisation comportementale et les mécanismes de gestion temporelle des simulations au sein de cette plate-forme permettent un couplage spatio-temporel intégré des différents processus du cycle de l'eau sur un bassin versant. Cette approche de modélisation offre d'intéressantes perspectives pour la modélisation hydrologique distribuée. Elle permet de mieux prendre en compte l'hétérogénéité spatiale au sein du bassin versant et d'aborder avec une relative facilité les questions d'échelle entre processus à modéliser et données disponibles.

Références

- Branger, F. 2007. Utilisation d'une plate-forme de modélisation environnementale pour représenter le rôle d'aménagements hydro-agricoles sur les flux d'eau et de pesticides. Application au bassin versant de la Fontaine du Theil. Université Joseph Fourier, Grenoble I, Grenoble, France,.
- Dehotin, J., and I. Braud. 2007. Which spatial discretization for which distributed hydrological models? *Hydrology and Earth System Sciences Discussion* 4:777-829.
- Haverkamp, R., R. Angulo-Jaramillo, I. Braud, S. Debionne, D. De Condappa, F. Gandola, S. Roessle, P. J. Ross, G. Sander, G. Vachaud, N. Varado, P. Viallet, and I. Zin. 2004. POWER: Planner-Oriented Watershed modelling system for Environmental Responses. Final Integrated report AgriBMPwater, Project UE n° EVK1-CT-1999-00025, LTHE, Grenoble, France., 26 pp.
- Reggiani, P., M. Sivapalan, and S. M. Hassanizadeh. 2000. Conservation equation governing hillslope response : exploring the physical basis of water balance. *Water Resources Research* 36:1845-1863.
- Varado, N. 2004. Contribution au développement et à la mise en œuvre d'une modélisation hydrologique distribuée sur le bassin de la Donga (580 km²) au Bénin. Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France, 28 Septembre 2004.