



**Offre de stage
Année universitaire 2013-2014**

1. **Sujet**

Quel apport des données satellites d'enneigement pour le calage d'un modèle hydrologique sur des bassins de montagne ?

2. **Type de stage**

Stage de Master 2 ou de dernière année d'école d'ingénieur

3. **Organisme d'accueil et encadrant**

Organisme d'accueil :

Irstea
UR Hydrosystèmes et Bioprocédés
1, rue Pierre-Gilles de Gennes
CS 10030
92761 Antony Cedex
Web : <http://www.irstea.fr/linstitut/nos-centres/antony>

Encadrant :

Guillaume Thirel
Tel : 01 40 96 65 69
Email : guillaume.thirel@irstea.fr
Web : <http://webgr.irstea.fr>

4. **Indemnité de stage**

Indemnité mensuelle de 436.05 euros

5. **Profil du candidat**

- Notions de base en hydrologie
- Programmation en Fortran et R
- Outils de bureautique traditionnels (Word, Excel)
- Aisance rédactionnelle

1. **Poursuite éventuelle en thèse**

Oui, sous réserve de disponibilité de financement

2. **Description du sujet**

• ***Contexte***

En zone montagneuse, les crues ne sont pas uniquement le résultat de pluies intenses : la fonte rapide d'un manteau neigeux accumulé pendant l'hiver peut aussi occasionner ces phénomènes. Mieux les anticiper impose de savoir modéliser l'accumulation et la fonte de la neige, à la fois du point de vue de leur intensité et de leur timing, de manière suffisamment précise. Des modèles représentant la physique du manteau neigeux de manière détaillée existent (Bartelt and Lehning, 2002). Si le calage et la validation de ces modèles peuvent être effectués sur de petits bassins très instrumentés (avec des mesures in situ de hauteurs de neige ou d'équivalent en eau, température du manteau neigeux, vent, etc...), dès lors que l'on veut travailler sur des bassins étendus ou nombreux, ces données viennent à manquer ou alors ne sont pas représentatives de l'ensemble d'un bassin. Ainsi, de nombreux modèles de neige simples, le plus souvent basés sur des méthodes dites degré-

jour (Bergström, 1975 ; <http://www.smhi.se/sgn0106/if/hydrologi/hbv.htm#snow>), ont été développés et sont souvent préférés, du fait notamment de leur moindre besoin en données et de leur bonne efficacité.

Cependant, même pour ces modèles, des données de neige fiables sont nécessaires, mais sont souvent peu disponibles. La télédétection spatiale est une alternative à ce manque de données. En effet, des produits tels que le Snow Cover Area (SCA) qui donne une information sur la présence ou non de neige, et le Snow Water Equivalent (SWE) qui donne une information sur l'équivalent en eau du manteau neigeux, ont l'avantage de balayer des zones étendues. Plus précisément, le SCA de MODIS (http://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/dataproducts.php?MOD_NUMBER=10), grâce à sa résolution spatiale élevée (pixels de 250m de côté) et sa fréquence de passage (journalière), correspond bien aux besoins de la modélisation hydrologique.

- **Objectifs du stage**

Les modèles hydrologiques conceptuels de type pluie-débit sont bien souvent calés seulement par rapport à des données de débit, du fait du manque de données de neige, alors qu'ils peuvent simuler d'autres variables, notamment certaines propriétés du manteau neigeux (étendue, contenu en eau) par le biais d'un modèle de neige. Cela peut conduire à une mauvaise identification des paramètres du module neige. Ainsi, utiliser des données de neige pour caler le module neige, puis caler les paramètres hydrologiques restants par rapport aux débits semble être une stratégie potentiellement plus efficace.

L'équipe HBAN-hydrologie d'Irstea dispose d'un modèle hydrologique simple mais efficace (appelé GR ; Perrin et al., 2003) couplé à un modèle de neige en zone de montagne (Cemaneige ; Valéry, 2010). On commencera dans ce stage par évaluer le couvert neigeux simulé par Cemaneige par rapport aux données SCA de MODIS sur un échantillon de bassins français. Ensuite, nous mettrons en place une stratégie de calage simple des deux paramètres de Cemaneige par rapport aux données SCA de MODIS. Enfin, ces deux paramètres ayant été calés, nous calerons GR et comparerons cette nouvelle stratégie à celle consistant à n'utiliser que des données de débits pour le calage du modèle. En complément de ces travaux, si le stagiaire en a le temps, on s'intéressera à l'apport du SWE du modèle de Météo-France SIM, qui est utilisé par le SCHAPI, suivant la même méthodologie.

- **Etapes**

Le travail proposé comporte les phases suivantes :

- analyse bibliographique sur l'utilisation de données SCA de MODIS pour le calage de modèles ;
- évaluation des performances de Cemaneige par rapport à ces données avec la stratégie de calage actuelle ;
- mise en place du calage de Cemaneige par rapport au SCA de MODIS, évaluation ;
- étude de l'impact sur les performances de GR pour la simulation et la prévision ;
- étude de l'apport du SWE de SIM suivant une méthodologie similaire ;

Ce travail donnera lieu à la rédaction d'un mémoire, et éventuellement celle d'un article.

- **Références**

Bartelt, P., Lehning, M., 2002. A physical SNOWPACK model for the Swiss avalanche warning: Part I: numerical model, Cold Regions Science and Technology, Volume 35, Issue 3, November 2002, Pages 123-145, ISSN 0165-232X, [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-232X\(02\)00074-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-232X(02)00074-5).

Bergström, S., 1975. DEVELOPMENT OF A SNOW ROUTINE FOR THE HBV-2 MODEL. Nordic Hydrology, 6(2): 73-92.

Perrin, C., Michel, C. et Andréassian, V., 2003. Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. Journal of Hydrology, 279(1-4): 275-289.

Valéry, A. (2010) Modélisation précipitations – débit sous influence nivale. Élaboration d'un module neige et évaluation sur 380 bassins versants. Thèse de Doctorat, Cemagref (Antony), AgroParisTech (Paris), 405 pp. Lien.