



**Offre de stage
Année universitaire 2014-2015**

1. Sujet

Les SUMO (SUper MOdèles) feront-ils le poids en modélisation hydrologique ?

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€.

5. Profil du candidat

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

6. Poursuite éventuelle en thèse

Oui, sous réserve de disponibilité de financement

7. Description du sujet

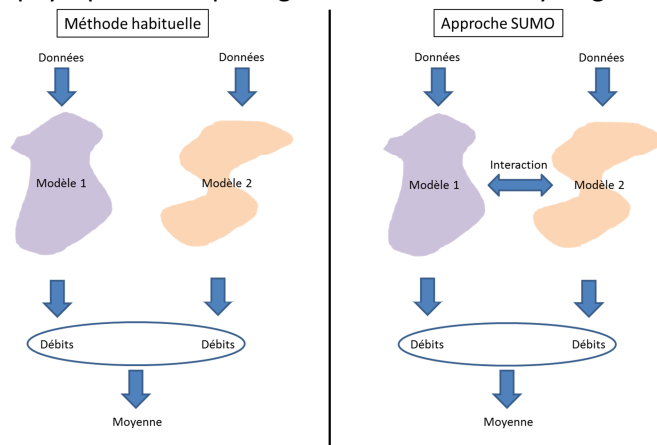
• **Contexte**

La représentation de manière fiable et précise des débits est essentielle à des fins d'anticipation de phénomènes extrêmes, ou d'estimation des impacts des changements climatiques ou anthropiques. Ces thématiques sont au cœur des préoccupations de l'équipe d'hydrologie d'HBAN à Irstea Antony (voir <http://webgr.irstea.fr/recherche/>). Pour répondre à ces problématiques, des approches différentes se sont développées, allant des modèles hydrologiques conceptuels aux modèles hydrologiques à bases physiques. Tous ces modèles comportent un nombre plus ou moins important de paramètres, dont il faut déterminer les valeurs. Si les paramètres ne sont pas mesurables ou quantifiables à partir des propriétés physiques du bassin, il convient de déterminer leurs valeurs par optimisation, c'est-à-dire celles permettant les meilleures simulations de débits possibles.

La transférabilité temporelle de ces paramètres (leur utilisation sur des périodes climatologiquement différentes de la période utilisée pour les identifier), les erreurs de mesures faites sur les observations météorologiques et les hypothèses réalisées dans l'implémentation des modèles hydrologiques font

que les débits simulés sont parfois éloignés de la réalité. Les pistes suivies actuellement pour améliorer l'identification des paramètres, les mesures et les modèles devraient permettre de réduire cette incertitude, mais ne suffisent pas à garantir l'efficacité des modèles.

L'approche proposée dans ce stage transposera à l'hydrologie une approche innovante, à savoir la notion de « super modèle » (SUMO ; <http://www.knmi.nl/samenw/sumo/> ; van den Berge et al., 2011), qui a été développée récemment dans le domaine de la climatologie. Un super modèle est un ensemble interconnecté de modèles existants, représentant un système observable. En d'autres termes, deux (ou plus) modèles, ici hydrologiques, interagissent via l'échange d'information sur leurs variables internes (par ex. eau dans la rivière, humidité du sol, dans le cas de modèles à bases physiques – remplissage des réservoirs ou hydrogrammes unitaires pour les modèles conceptuels). Ce



« dialogue » entre les modèles revient à prendre en compte les différences entre les modèles pour ces variables. On attend de ces super modèles des capacités renforcées par rapport aux modèles individuels, et de meilleures propriétés de robustesse et de fiabilité. Ainsi, grâce à ce stage, nous espérons disposer d'outils et de méthodes permettant de mieux estimer les risques liés à l'eau pesant sur les sociétés, notamment en termes de crues et d'étiages.

Fig. 1 : approche habituelle, et approche SUMO

• Objectifs du stage

L'équipe HBAN-hydrologie d'Irstea dispose d'un modèle hydrologique simple mais efficace (appelé GR4J ; Perrin et al., 2003). Ce stage représentant la première application de SUMO au domaine de l'hydrologie ; l'approche proposée sera appliquée à un cas simple. Les modèles considérés pour réaliser le super modèle seront deux versions de GR4J : l'une calée pour représenter au mieux les forts débits, l'autre pour les faibles débits. Une fois ces modèles calés, il faudra réaliser le super modèle. Pour cela, le coupleur dynamique de codes de calcul OpenPALM du CERFACS sera utilisé. Cet outil permet de réaliser de manière simple des couplages. Une étape d'analyse des résultats suivra : le super modèle ainsi créé est-il plus performant que les modèles originaux ? Si oui, est-ce le cas dans n'importe quelles conditions, et à la fois pour les crues et les étiages ? Si non, comment pallier cela ? De plus, si l'étudiant en a le temps, il sera intéressant de comparer les performances du super modèle à une approche multi-modèle simple, utilisant une moyenne des deux modèles (Oudin et al., 2006).

• Etapes

Le travail proposé comporte les phases suivantes :

- analyse bibliographique sur les SUMO en climat et sur les approches alternatives en hydrologie ;
- calage de GR4J sur les faibles débits et sur les forts débits ;
- couplage de ces deux modèles dans le cadre de SUMO ;
- comparaison de la performance d'HOLISM aux deux modèles GR4J originaux ;
- comparaison éventuelle d'HOLISM à l'approche d'Oudin et al. (2006) ;

Ce travail donnera lieu à la rédaction d'un mémoire, et éventuellement celle d'un article si les résultats sont prometteurs.

• Références

- Oudin, L., Andréassian, V., Mathevet, T., Perrin, C., and Michel, C.: Dynamic averaging of rainfall-runoff model simulations from complementary model parameterizations, *Water Resour. Res.*, 42(7), doi: 07410.01029/02005WR004636, 2006.
- Perrin, C., Michel, C. et Andréassian, V., 2003. Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, 279(1-4): 275-289.
- van den Berge, L. A., Selden, F. M., Wiegerinck, W., and Duane, G. S.: A multi-model ensemble method that combines imperfect models through learning, *Earth Syst. Dynam.*, 2, 161-177, doi:10.5194/esd-2-161-2011, 2011.