



## Offre de stage Année universitaire 2016-2017

### 1. Sujet

airGR, un package de modélisation hydrologique à améliorer ? Évaluation sur un large échantillon de bassins versants.

### 2. Type de stage

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

### 3. Période – Durée

6 mois.

### 4. Organisme d'accueil et encadrant

#### Organisme d'accueil :

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

#### Encadrant :

Olivier Delaigue  
Tel : 01 40 96 60 55  
Email : [olivier.delaigue@irstea.fr](mailto:olivier.delaigue@irstea.fr)  
Web : <http://webgr.irstea.fr>

### 5. Indemnité de stage

Indemnité mensuelle maximale de 554.40 €.

### 6. Profil du candidat

- Connaissances de base en hydrologie et/ou modélisation numérique
- Pratique de la programmation R indispensable
- Pratique de la programmation Fortran préférable
- Aisance rédactionnelle

### 7. Poursuite éventuelle en thèse

Il n'est pas prévu de thèse à la suite de ce stage, mais des possibilités de thèse pourraient être offertes sur des sujets de modélisation au sein de l'équipe d'accueil.

### 8. Description du sujet

#### • *Contexte*

Depuis une trentaine d'années, l'équipe Hydrologie des bassins versants, du groupement IRSTEA d'Antony, a développé une famille de modèles hydrologiques, connus sous le nom de « modèles GR » (voir le site web <http://webgr.irstea.fr/modeles/>). Ces modèles permettent de simuler les débits des cours d'eau sur une grande variété de bassins versants (régions tempérées, enneigées, semi-arides, etc.), tout en ne requérant que des variables d'entrée simples (pluie et température), qui sont généralement facilement accessibles. Ces modèles permettent de travailler à différents pas de temps (de l'heure à l'année) pour des utilisations variées (évaluation de la ressource en eau, projections hydrologiques en climat futur, etc.).

Récemment, IRSTEA a implémenté ces modèles dans un package, développé pour le logiciel R, appelé « airGR » (téléchargeable sur <http://webgr.irstea.fr/activites/airgr/>) afin de les diffuser plus largement et

de rendre leur utilisation plus aisée par divers types d'utilisateurs (étudiants, chercheurs, ingénieurs, gestionnaires de l'eau, etc.). Ce package a été pensé pour faciliter la prise en main de ces modèles hydrologiques par les non-spécialistes (e.g. les étudiants). Les personnes plus familiarisées avec les modèles GR, quant à elles, y trouveront toutes les fonctionnalités nécessaires à une utilisation plus avancée (e.g. choix des critères d'évaluation ou des algorithmes de calage des paramètres des modèles). Le package permet une application sur de larges bases de bassins versants, dans un esprit de *Large Sample Hydrology* (Andréassian *et al.*, 2006 ; Gupta *et al.*, 2014).

- **Objectifs du stage**

L'objectif du stage est de réaliser des tests extensifs de cet outil de modélisation, en l'appliquant à une large gamme de conditions hydro-climatiques pouvant être rencontrées en France et à l'étranger (autres pays européens, Australie ou États-Unis).

Plus spécifiquement, les tests viseront à :

- s'assurer de la bonne stabilité des algorithmes de calage du modèle (i.e. dans quelle mesure un calage réalisé sur une période donnée est-il transposable à une autre période ?) ;
- assurer une cohérence entre les différentes versions de modèles implémentées dans le package (notamment la cohérence des structures des modèles) ;
- améliorer notre compréhension des différences de performances entre ces différentes versions ;
- mieux définir les limites d'applications (notamment hydro-climatiques) des modèles.

Le stagiaire participera à la mise en place d'un « plan d'expérience » permettant d'explorer au mieux les possibilités de calage des modèles, et d'identifier leurs limites d'utilisation. Ces travaux s'inspireront des protocoles de tests déjà utilisés au sein de l'équipe.

Dans une deuxième partie du stage, si le temps le permet, le stagiaire s'attachera à implémenter dans le package des résultats récemment obtenus dans le cadre de deux thèses s'étant déroulées dans l'équipe, pour permettre :

- l'application des modèles à des contextes non jaugés (thèse C. Poncelet) ;
- l'application des modèles à des pas de temps multiples (thèse A. Ficchi).

Le stagiaire sera amené à effectuer les modifications de codes informatiques nécessaires, pour que leur prise en compte soit effective dans le package airGR.

- **Méthodologie / Étapes de travail**

- Mois 1 : Revue bibliographique, prise en main des outils de programmation et de modélisation.
- Mois 2 : Établissement d'un « plan d'expérience ».
- Mois 3 à 5 : Test du package, analyse détaillée des fonctionnalités de calage, analyse de la cohérence des versions de modèles (si le temps le permet, implémentation de résultats de thèses précédentes).
- Mois 6 : Rédaction du mémoire de Master.

En fonction de l'avancée des résultats, les résultats de ces travaux pourraient donner lieu à une communication dans une conférence nationale ou internationale.

- **Références bibliographiques**

Andréassian, V., Hall, A., Chahinian, N., and Schaake, J.: Introduction and Synthesis: Why should hydrologists work on a large number of basin data sets?, Large sample basin experiments for hydrological model parameterization: Results of the Model Parameter Experiment - MOPEX, Paris, 2006, 1-5, <http://iahs.info/uploads/dms/13599.02-1-6-INTRODUCTION.pdf>.

Gupta, H. V., Perrin, C., Blöschl, G., Montanari, A., Kumar, R., Clark, M., and Andréassian, V.: Large-sample hydrology: a need to balance depth with breadth, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 18, 463-477, <http://dx.doi.org/10.5194/hess-18-463-2014>.