

Offre de stage Année universitaire 2021-2022

1. Sujet

Peut-on améliorer un modèle hydrologique conceptuel (GR4H) par une connaissance géomorphologique du bassin versant ?

2. Type de stage

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

3. Période – Durée

Six mois à partir de février-mars 2022

4. Organisme d'accueil et encadrant

Organisme d'accueil :

INRAE
UR Hydrosystèmes continentaux anthropisés (HYCAR)
Equipe Hydrologie des bassins versant (HYDRO)
1, rue Pierre-Gilles de Gennes
CS 10030
92761 Antony Cedex
Web :
<https://www.inrae.fr>
<https://www6.jouy.inrae.fr/hycar/>

Encadrant :

Alban de Lavenne (encadrant principal)
Email : alban.delavenne@inrae.fr
Web : <https://webgr.inrae.fr>
Christophe Cudennec
Email : christophe.cudennec@inrae.fr

Les candidatures (CV + lettre de motivation) sont à adresser de préférence par mail à l'encadrant dont les coordonnées sont détaillées ci-dessus.

5. Indemnité de stage

Indemnité mensuelle d'environ 550 €

6. Profil du candidat

- Bonnes notions en hydrologie et modélisation
- Aisance en programmation (si possible Fortran et/ou R)
- Maîtrise des outils de bureautique traditionnels (Libre Office, LaTeX ou Microsoft Word)

7. Poursuite éventuelle en thèse

Non, mais possibilités de projets de thèse sur d'autres sujets au sein de l'équipe d'accueil (sous réserve de financement disponible).

8. Description du sujet

- **Contexte**

La géomorphologie joue un rôle majeur dans la concentration et la circulation de l'eau au sein d'un bassin versant à travers l'organisation des zones contributives, des relations nappes de versant / rivières, et du réseau hydrographique. Les modèles numériques de terrain (MNT) permettent aujourd'hui de décrire ces organisations et d'estimer les comportements hydrologiques en tout point de l'espace. La modélisation hydrologique à base géomorphologique offre ainsi des perspectives robustes, y compris pour des bassins versants non jaugés (de Lavenne 2013).

Les outils de modélisation développés à INRAE Antony (type GR4H) sont beaucoup utilisés de manière opérationnelle pour prévoir le débit des rivières en fonction d'entrées météorologiques : prévision des crues, prévision des étiages, analyse des effets du changement climatique... Ils exploitent cependant peu cette information géomorphologique disponible. Ce stage s'intéressera donc à décrire la géomorphologie des bassins versants et à intégrer cette description dans une modélisation pluie-débit. Les efforts se concentreront principalement sur la fonction de transfert du modèle GR4H, propageant les contributions des versants jusqu'à l'exutoire du bassin versant. Au-delà de l'amélioration de la performance du modèle, ce stage aura pour objectif de mieux décomposer les différents écoulements au sein du modèle (notamment les écoulements à travers les versants des écoulements au sein du réseau hydrographique) et les temps de parcours associés. Ces deux informations sont une première étape vers une perspective de modélisation de la qualité de l'eau (Hrachowitz et al. 2016).

- **Objectifs du stage**

1. Affiner la fonction de transfert de GR4H à travers l'utilisation d'un hydrogramme unitaire (HU) à base géomorphologique plutôt que l'HU théorique actuel. Celui-ci se construira à travers l'analyse des chemins parcourus par l'eau jusqu'à l'exutoire grâce au traitement d'un MNT. Une littérature importante sur ce sujet permet d'envisager plusieurs constructions d'HU à base géomorphologique.
2. Proposer une décomposition d'hydrogramme à travers la description des temps de transfert au sein du réseau (décrits par l'HU) et la contribution des versants (décrite par les réservoirs de GR4H).
3. Prendre en compte la variabilité spatiale de la pluie dans le modèle GR4H. Par analyse géomorphologique et sous certaines hypothèses, le bassin versant peut être découpé en isochrones (zone d'une même distance temporelle à l'exutoire). En superposant une carte de pluie à ces isochrones, la variabilité spatiale de la pluie peut être prise en compte (Cudennec et al. 2005).

- **Méthodologie / Etapes de travail**

1. Analyse bibliographique notamment sur la modélisation à base géomorphologique.
2. Prise en main du modèle GR4H à l'aide du package R airGR et mise en place du modèle sur un nombre limité de bassins tests (2 à 3) et quelques événements pluie-débit (10 par bassins).
3. Construction de différents HU à base géomorphologique et implémentation dans GR4H (objectifs 1 et 2). Analyse et comparaison des performances sur ces bassins tests.
4. Analyse spatiale des pluies et développement d'un code informatique permettant de distribuer l'information de pluie dans les différentes isochrones du bassin (objectif 3).
5. Rédaction du rapport de stage

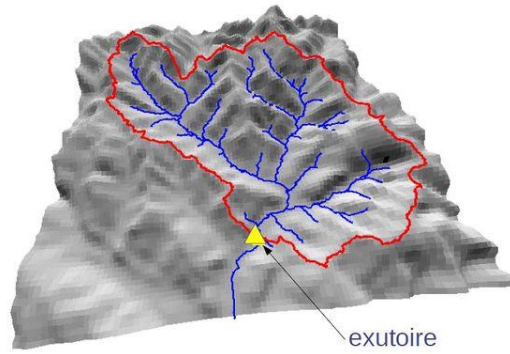


Figure 1 : Détermination automatique des limites d'un bassin versant et des lignes d'écoulement à partir d'un MNT (source: <http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr>)

- **Références bibliographiques et Internet**

- Cudennec, C. et al. (2005). Accounting for sparsely observed rainfall space—time variability in a rainfall—runoff model of a semiarid Tunisian basin. *Hydrological Sciences Journal*, 50(4). doi: 10.1623/hysj.2005.50.4.617
- Hrachowitz, M. et al. (2016). Transit times—the link between hydrology and water quality at the catchment scale. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 3(5), 629–657. doi: 10.1002/wat2.1155
- de Lavenne A. (2013). Modélisation hydrologique à base géomorphologique de bassins versants non jaugés par régionalisation et transposition d'hydrogramme. Thèse Agrocampus-Ouest Rennes. (<tel-02810356>)