

Impact de l'incertitude sur la connaissance des champs pluviométriques sur la réponse hydrologique d'un grand bassin Méditerranéen. Application au bassin versant de l'Ardèche

Contexte

Ce sujet de stage s'inscrit dans le projet de recherche ANR Floodscale (<http://floodscale.irstea.fr/>), qui a pour objectif d'améliorer la compréhension et la simulation des processus hydrologiques conduisant à des crues rapides. Ce projet s'appuie sur l'Observatoire Hydrométéorologique Cévennes-Vivarais (OHM-CV), et plus particulièrement sur les bassins du Gard et de l'Ardèche. Les recherches menées dans Floodscale combinent des observations de terrain et des modélisations hydrologiques à plusieurs échelles, visant à quantifier les influences de la variabilité spatiale et temporelle de la pluie, des caractéristiques des paysages, de l'humidité des sols et de la structure des réseaux hydrographiques sur la réponse hydrologique.

Dans ce contexte, plusieurs modélisations hydrologiques en continu sont développées et appliquées sur l'ensemble du bassin versant de l'Ardèche : modèle CVN-p (Vannier, 2013) et modèle SIMPLEFLOOD issu de l'analyse des données de débits (Adamovic, 2014). Ces modèles nécessitent une entrée pluviométrique distribuée. Ces lames d'eau peuvent être déduites de différentes sources de données :

- réanalyses SAFRAN (Quintana-Segui et al., 2008 ; Vidal et al., 2010) à pas de temps horaire sur des mailles $8 \times 8 \text{ km}^2$. Les données sont aussi utilisées pour déduire une évapotranspiration de référence ET0 à la même résolution selon la méthode proposée par la FAO (1998) ;
- réanalyses SPAZM (Gottardi et al., 2012) à pas de temps journalier sur des mailles de $1 \times 1 \text{ km}^2$;
- combinaison de ces deux réanalyses à pas de temps horaire et mailles $8 \times 8 \text{ km}^2$ (produit DuO, Magan et al., 2013)
- réanalyses pluviométriques combinant données radar et pluviographes au sol (Delrieu et al., 2014) à pas de temps horaire (ou inférieur durant les épisodes majeurs) sur des mailles $1 \times 1 \text{ km}^2$;
- simulations conditionnelles de pluie, c'est-à-dire respectant les valeurs observées au niveau des pluviographes, obtenues à l'aide du générateur de pluie SAMPO¹ (Leblois and Creutin, 2013) à pas de temps horaire et sur des mailles de $2 \times 2 \text{ km}^2$.

Le simulateur stochastique permet par ailleurs de quantifier l'incertitude sur les pluies, en produisant plusieurs réalisations équiprobables, respectant les propriétés statistiques des champs pluvieux et les observations aux pluviographes. Une centaine de réalisations est disponible (Renard et al., 2011). Dans le cadre du projet FloodScale, il est aussi prévu de développer un système de génération de champs pluviométriques issus des réanalyses radar-pluviographes incluant les incertitudes d'estimation.

Objectifs du stage

Le travail proposé pour ce stage est d'exploiter les différentes sources de données pluviométriques disponibles à l'échelle d'un grand bassin comme celui de l'Ardèche et de quantifier l'effet des incertitudes sur la connaissance de la pluie sur la réponse hydrologique. A cet effet, le modèle SIMPLEFLOOD développé par Adamovic (2014) sera utilisé ainsi que, si possible, le modèle CVN-p². Ces deux modèles ont déjà été mis en œuvre et leurs paramètres spécifiés sur le bassin de l'Ardèche.

L'impact sur la réponse hydrologique sera quantifié à l'aide de « signatures » hydrologiques caractérisant les différentes facettes du régime hydrologique : régime mensuel interannuel, coefficients d'écoulement, débits caractéristiques de crues et d'étiages. Des critères statistiques comparant les simulations des modèles aux observations seront aussi calculés. Dans la mesure du possible, on

¹ Simulation of Advected Mesoscale Precipitations and their occurrence

² Certaines entrées pluviométriques peuvent se révéler trop lourdes pour être exploitées par ce modèle.

essaiera aussi de prendre en compte les incertitudes sur les débits quantifiés par la méthode BaRatin³ (Le Coz et al., 2014 ; Horner, 2014)

Les étapes du travail seront les suivantes :

- Calcul des différentes entrées pluviométriques sur les maillages des modèles
- Réalisation des simulations hydrologiques à l'aide des différentes entrées pluviométriques
- Calcul des critères statistiques et des signatures hydrologiques
- Analyse comparative des différents produits pluviométriques et des incertitudes associées

Modalités pratiques

Profil souhaité

Etudiant de Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieurs, avec une formation en hydrologie et une bonne maîtrise des logiciels de calcul de type R ou Matlab. La maîtrise des outils SIG sera un plus apprécié.

Durée du stage

Environ 6 mois en 2015

Lieu

Irstea Lyon, UR HHLy Hydrologie-Hydraulique, 5 rue de la Doua, 69100 Villeurbanne

Le stage se déroulera en étroite collaboration avec le LTHE où ont été produites les réanalyses radar-pluvio et où a été développé le modèle CVN-p.

Le stage est essentiellement axé sur la modélisation. Cependant, des visites de terrain, à l'occasion du suivi du dispositif d'observation géré par HHLy pourront être effectuées. Par ailleurs, le stage sera pleinement inscrit dans la dynamique du projet Floodscale, avec participation aux réunions.

Indemnités

Gratification de stage de 436€ /mois environ

Contact

Isabelle Braud, Irstea UR HHLy, Tel : 04 72 20 87 78, email isabelle.braud@irstea.fr

Références bibliographiques

- Adamovic, M., 2014. Scaling of regional distributed hydrological models prone to flash floods. Application to the Ardèche catchment (France), Thèse de l'Ecole doctorale Terre, Univers, Environnement. Université de Grenoble, en cours de rédaction.
- Delrieu, G., Wijbrans, A., Boudevillain, B., Faure, D., Bonnifait, L., Kirstetter, P.-E., 2014. Geostatistical radar-rain gauge merging: A novel method for the quantification of rain estimation accuracy. *Advances in Water Resources*, 71(0): 110-124.
- FAO, 1998. Crop Evaporation - Guidelines for computing crop water requirements. 56, FAO, Rome.
- Gottardi, F., Obled, C., Gailhard, J., Paquet, E., 2012. Statistical reanalysis of precipitation fields based on ground network data and weather patterns: Application over French mountains. *Journal of Hydrology*, 432-433(0): 154-167.
- Horner, Ivan, 2014. Quantification des incertitudes hydrométriques et impact sur les bilans hydrologiques. Application sur le bassin versant de l'Yzeron (ouest lyonnais), Stage de fin d'études Agrocampus Rennes.
- Le Coz, J., Renard, B., Bonnifait, L., Branger, F., Le Boursicaud, R., 2014. Combining hydraulic knowledge and uncertain gaugings in the estimation of hydrometric rating curves: A Bayesian approach. *Journal of Hydrology*, 509(0): 573-587.
- Leblois, E., Creutin, J.-D., 2013. Space-time simulation of intermittent rainfall with prescribed advection field: Adaptation of the turning band method. *Water Resources Research*, 49(6): 3375-3387.
- Magand, C., Ducharme, A., Le Moine, N., Gascoin, S., 2013. Introducing Hysteresis in Snow Depletion Curves to Improve the Water Budget of a Land Surface Model in an Alpine Catchment. *Journal of Hydrometeorology*, 15(2): 631-649.
- Quintana-Segui, P., Le Moigne, P., Durand, Y., Martin, E., Habets, F., Baillon, M., Canellas, C., Franchisteguy, L., Morel, S., 2008. Analysis of near-surface atmospheric variables: validation of the SAFRAN analysis over France. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47: 92-107.
- Renard, B. et al., 2011. Quantifying uncertainties in hydrologic prediction, with application to flood forecasting, FAST Project 23126WL report, 48 pp.
- Vannier, O., 2013. Apport de la modélisation hydrologique régionale à la compréhension des processus hydrologiques en zone méditerranéenne. Thèse de l'Ecole doctorale Terre, Univers, Environnement. Université de Grenoble, 274 pp.
- Vidal, J.P., Martin, E., Franchisteguy, L., Baillon, M., Soubeyroux, J.M., 2010. A 50-year high-resolution atmospheric reanalysis over France with the SAFRAN system *International Journal of Climatology*, 30(11): 1627-1644.

³ BAYesian RATINg curve analysis