



Thèse de doctorat de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement AgroParisTech

ED 398 – Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement

Comment quantifier l'incertitude prédictive en modélisation hydrologique ?

Travail exploratoire sur un grand échantillon de bassins versants

Présentée par

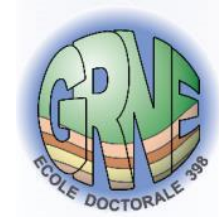
François BOURGIN

Soutenance publique le lundi 7 avril 2014, à 14h00

AgroParisTech-ENGREF 19 avenue du Maine - PARIS 15ème - salle Amphithéâtre 7

Devant le jury composé de :

Mme Anne-Catherine FAVRE	UMR LTHE, Grenoble	Rapporteur
M. Éric GAUME	IFSTTAR, Nantes	Rapporteur
M. Christophe CUDENNEC	UMR AGROCAMPUS, Rennes	Examineur
M. Pierre RIBSTEIN	UMR Sisyphe, Paris	Examineur
M. Éric SERVAT	UMR Hydrosociences, Montpellier	Examineur
M. Massimiliano ZAPPA	Swiss Federal Research Institute WSL	Examineur
M. Vazken ANDRÉASSIAN	Irstea, Antony	Directeur de thèse
M. Charles PERRIN	Irstea, Antony	Co-directeur de thèse
M. Lionel BERTHET	DREAL Auvergne, Clermont-Ferrand	Invité



Résumé

La modélisation hydrologique permet de quantifier la transformation pluie-débit au sein d'un bassin versant. Bien que les modèles parviennent généralement à représenter de manière acceptable le fonctionnement des bassins versants, cette représentation, nécessairement simplifiée, reste imparfaite, et une quantification des incertitudes est souhaitable. Cette thèse s'intéresse à la quantification de l'incertitude prédictive en modélisation hydrologique. Le principal objectif de nos travaux est d'explorer différentes méthodes qui permettent d'associer à des simulations ou des prévisions de débit déterministes des distributions probabilistes. Nous distinguons le contexte de simulation du contexte de prévision, et adoptons dans ces deux cas une démarche comparative pragmatique qui permet d'évaluer différentes approches sur un large échantillon de bassins versants français, à l'aide de critères d'évaluation adaptés.

En simulation, nos travaux ont porté sur deux méthodes liées à l'estimation des paramètres des modèles hydrologiques, la méthode GLUE et le calage bayésien, ainsi que sur deux approches plus pragmatiques, l'approche multi-modèle, et le post-traitement statistique. Nos résultats suggèrent que les approches telles que GLUE qui ne s'appuient que sur un ensemble de différents jeux de paramètres ne parviennent pas, en général, à représenter de manière adéquate l'incertitude prédictive totale. L'utilisation d'un modèle d'erreur extérieur au fonctionnement interne du modèle hydrologique est nécessaire. Les méthodes de post-traitement suffisamment flexibles pour caractériser les erreurs résiduelles obtenues lors du calage du modèle hydrologique utilisé parviennent à refléter de manière plus satisfaisante les marges d'erreurs du modèle hydrologique utilisé.

Nous proposons également une méthode qui permet d'obtenir une estimation de l'incertitude prédictive pour les bassins non jaugés, au moyen d'un transfert des marges d'erreurs constatées sur les bassins jaugés. Les résultats indiquent que la méthode est prometteuse, et fournit dans la plupart des cas des intervalles de confiance fiables et fins sur les sites non jaugés.

Les travaux menés dans un contexte de prévision portent d'une part sur la comparaison de différentes méthodes de post-traitement statistique, et d'autre part sur l'interaction entre l'assimilation de données et le post-traitement statistique au sein d'une chaîne de prévision hydrologique d'ensemble. Les résultats obtenus montrent l'importance de la prise en compte de l'évolution de l'incertitude prédictive en fonction de l'échéance de prévision. Ils mettent également en évidence les gains de performance qui peuvent être obtenus quand la quantification de l'incertitude s'appuie sur une meilleure caractérisation de la situation de prévision, et indiquent que l'utilisation conjointe de l'assimilation de données et d'une méthode de post-traitement permet d'améliorer les performances d'une chaîne de prévision hydrologique d'ensemble.

