



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

ED 398 – Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement

Mieux connaître la distribution spatiale des pluies améliore-t-il la modélisation des crues ?

Diagnostic sur 181 bassins versants français

Présentée par
Florent Lobligeois

Soutenance publique le lundi 24 mars 2014, à 13h30

Amphithéâtre René Dumont, AgroParisTech, 16 rue Claude Bernard Paris 5^{ème}

Devant le jury composé de :

M. András Bárdossy (Institut für Wasserbau, Stuttgart)	Rapporteur
M. Denis Dartus (INP, Toulouse)	Rapporteur
M. Rémy Garçon (EDF-DTG, Grenoble)	Examineur
M. Cyril Kao (AgroParisTech, Paris)	Examineur
M. Eric Martin (Météo-France, Toulouse)	Examineur
Mme Cécile Loumagne (Irstea, Antony)	Directrice de thèse
M. Vazken Andréassian (Irstea, Antony)	Co-directeur de thèse
M. Yan Lacaze (SPC Gironde-Adour, Bordeaux)	Invité



Résumé

Les modèles hydrologiques sont des outils indispensables pour calculer les débits à l'exutoire des bassins versants, la gestion des aménagements hydrauliques ou encore la prévision et la prévention des inondations. Les précipitations représentent la variable climatique principale à l'origine des débits des cours d'eau qui s'écoulent au sein d'un bassin versant. De ce fait, la réponse hydrologique du bassin est fortement dépendante de la représentativité des données d'entrée de précipitation.

Les radars météorologiques permettent aujourd'hui d'accéder à des mesures à haute résolution spatiale et temporelle des champs de précipitation. Ils sont de plus en plus utilisés dans le domaine de la prévision pour le suivi des situations hydrométéorologiques. Cependant, la mesure des précipitations par radar est entachée d'erreurs qui peuvent affecter gravement la qualité des simulations de débit. De ce fait, l'utilisation des données de précipitations à haute résolution spatiale pour la modélisation hydrologique est souvent limitée par rapport à l'utilisation des données pluviométriques.

Récemment, Météo-France a développé une réanalyse des lames d'eau au pas de temps horaire, sur une durée de 10 ans, en combinant l'ensemble des données de précipitation radar et pluviométriques : les mesures radars ont été corrigées et étalonnées avec le réseau de mesure au sol horaire et journalier. Dans cette thèse, nous proposons d'étudier l'intérêt de cette nouvelle base de données à haute résolution spatiale pour la modélisation pluie-débit.

Dans un premier temps, nous avons développé et validé un modèle hydrologique semi-distribué qui a la capacité de fonctionner pour différentes résolutions spatiales : de la représentation globale jusqu'à une discrétisation spatiale très fine des bassins. Dans un deuxième temps, l'impact de la résolution spatiale des données d'entrée de précipitation sur la simulation des débits a été analysé. L'apport de l'information radar pour l'estimation des précipitations a été évalué par rapport à une utilisation exclusive des pluviomètres, par le biais de la modélisation pluie-débit en termes de précision des débits à l'exutoire des bassins. Enfin, le modèle semi-distribué TGR a été comparé avec le modèle global GRP actuellement opérationnel dans les Services de Prévision des Crues. L'originalité de notre travail réside sur l'utilisation de données d'observation sur un large échantillon de 181 bassins versants français représentant une grande diversité de tailles et conditions climatiques, ce qui nous permet d'apporter un diagnostic robuste et des éléments de réponse sur les problématiques scientifiques traitées.



Abstract

Hydrologic models are essential tools to compute the catchment rainfall-runoff response required for river management and flood forecast purposes. Precipitation dominates the high frequency hydrological response, and its simulation is thus dependent on the way rainfall is represented. In this context, the sensitivity of runoff hydrographs to the spatial variability of forcing data is a major concern of researchers.

Weather radar is considered to be helpful for hydrological forecasting since it provides rainfall estimates with high temporal and spatial resolution. However, it has long been shown that quantitative errors inherent to the radar rainfall estimates greatly affect rainfall-runoff simulations. As a result, the benefit from improved spatial resolution of rainfall estimates is often limited for hydrological applications compared to the use of traditional ground networks.

Recently, Météo-France developed a rainfall reanalysis over France at the hourly time step over a 10-year period combining radar data and raingauge measurements: weather radar data were corrected and adjusted with both hourly and daily raingauge data. Here we propose a framework to evaluate the improvement in streamflow simulation gained by using this new high resolution product.

First, a model able to cope with different spatial resolutions, from lumped to semi-distributed, was developed and validated. Second, the impact of spatial rainfall resolution input on streamflow simulation was investigated. Then, the usefulness of spatial radar data measurements for rainfall estimates was compared with an exclusive use of ground raingauge measurements and evaluated through hydrological modelling in terms of streamflow simulation improvements. Finally, semi-distributed modelling with the TGR model was performed for flood forecasting and compared with the lumped forecasting GRP model currently in use in the French flood forecast services. The originality of our work is that it is based on actual measurements from a large set of 181 French catchments representing a variety of size and climate conditions, which allows to draw reliable conclusions.