

Proposition de sujet de stage en Hydrologie
Master II (Février – Août 2011)

**Prévoir les pluies pour aider à prévoir les crues :
construction de faisceaux de prévisions hydro-météorologiques
pour améliorer la mise en vigilance aux crues et la gestion de
situations à risque**

Les modèles de prévision ne sont pas parfaits et toute prévision météorologique (de précipitations, par exemple) et hydrologique (de débits) a une incertitude. Celle-ci provient de plusieurs sources d'erreurs : incertitudes des méthodes de prévision ou erreurs dans les observations utilisées en entrée aux modèles, incertitudes des conditions initiales des bassins versants au moment de l'émission des prévisions, incertitudes des paramètres du modèle hydrologique, etc.

Dans les centres opérationnels, les prévisionnistes sont de plus en plus amenés à évaluer des prévisions et à fournir une information sur le risque de phénomènes dangereux (crues, inondations) à des échéances variables (plusieurs heures à quelques jours). Des approches utilisant plusieurs scénarios futurs sont souvent appliquées afin d'aider le prévisionniste à prendre une décision (émission d'une alerte, évacuation de zones inondables, vidange préventive de réservoirs de stockage d'eau, etc.). Le fait d'analyser une prévision à partir de différents scénarios possibles de l'avenir permet une meilleure gestion du risque. La valeur des prévisions qui quantifient l'incertitude des situations prévues ressort notamment face aux utilisateurs exposés aux risques climatiques et hydrologiques à différentes échelles : production hydro-électrique, agriculture et irrigation, navigation, sécurité et santé publiques, etc. (Palmer *et al.*, 2002 ; Buizza, 2008).

Mais, comment générer différents scénarios de prévisions pour évaluer le risque de crues ?

En hydrologie opérationnelle, plusieurs approches sont possibles, parmi elles :

- 1) le prévisionniste dispose d'une prévision d'ensemble de précipitation, c'est-à-dire de différentes sorties des modèles météorologiques, et les applique directement en entrée à un modèle hydrologique de prévision ;
- 2) le prévisionniste dispose d'une prévision de précipitation à scénario unique, mais de plusieurs modèles hydrologiques. La combinaison des sorties des modèles hydrologiques fournit le faisceau d'hydrogrammes prévus qui sera ensuite analysé ;
- 3) le prévisionniste dispose d'une prévision de précipitation à scénario unique et d'un seul modèle hydrologique. Le scénario de précipitation doit donc être critiqué, sur la base de ses performances passées (comparé aux quantités de précipitations réellement tombées dans le passé sur le bassin et à sa répartition dans le temps et positionnement dans l'espace), pour obtenir un jeu de scénarios futurs possibles et pouvoir les utiliser en entrée à un modèle hydrologique de prévision. Le faisceau d'hydrogrammes prévus est ensuite synthétisé pour que le prévisionniste puisse aboutir à la décision (émission d'une alerte, mise en vigilance, etc.).

Ce troisième point est au cœur du stage ici proposé. On souhaite évaluer l'intérêt de la construction d'une prévision de précipitation multi-scénarios pour son utilisation en entrée à un modèle hydrologique. On souhaite évaluer la valeur additionnelle de ces prévisions pour l'alerte aux crues et la mise en vigilance.

Concrètement, il s'agit de mener une expérience de bruitage de prévisions de précipitations à scénario unique à l'aide des informations climatologiques disponibles sur les bassins versants et des erreurs passées sur les prévisions (erreurs en magnitude, répartition temporelle ou localisation géographique) et d'ensuite pouvoir utiliser les différents scénarios générés dans la modélisation hydrologique. Ces scénarios seront évalués à l'aide d'outils classiques et dans le but de quantifier l'apport de la méthodologie développée à une meilleure prise de décision relative à la mise en alerte et/ou vigilance aux crues.

Nous utiliserons le modèle GRP du Cemagref, spécifiquement mis au point pour la prévision des crues et déjà utilisé par les services opérationnels de prévision de crues à partir de différents scénarios de pluies futures. Le stage s'appuiera également sur des études antérieures concernant l'évaluation de la qualité de faisceaux de prévisions émises (Ramos *et al.*, 2008 ; Randrianasolo, 2009 ; Nicolle, 2010). Le modèle sera alimenté par des archives de prévisions de précipitation disponibles au Cemagref. Le but du stage est de construire et tester une méthode de bruitage de prévisions de précipitations qui permettrait de donner une information sur l'incertitude de prévisions de débits face à ces différents scénarios. La méthode sera testée sur plusieurs bassins versants en France. Les prévisions seront utilisées pour décider à quel moment il faudrait mener une action préventive : émission ou non d'une alerte. L'évaluation des prévisions prendra alors en compte les gains obtenus par les décisions prises lors que les risques associés aux prévisions sont pris en compte (évaluation en fonction du rapport coûts/pertes de l'utilisateur pour l'événement prévu).

Le travail proposé comporte les phases suivantes :

1. recherche et synthèse bibliographiques sur l'évaluation de l'incertitude en prévision hydrologique et l'impact des erreurs de prévisions de précipitations sur les prévisions de débits,
2. prise en main des outils (base de données et modèles),
3. développement d'une méthode de bruitage de prévisions de précipitations qui permettrait de donner une information sur l'incertitude de prévisions de débits (issues du modèle GRP) face à ces différents scénarios de forçage,
4. application de la méthode développée et évaluation des résultats,
5. rédaction d'un mémoire.

Ce stage s'insère dans les collaborations menées entre le Cemagref d'Antony, le SCHAPI (Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations) et différents SPCs (Services de Prévision de Crues) en France.

- **Profil souhaité** : Le stage requiert le goût pour le travail en équipe, l'intérêt pour les questions d'hydrologie opérationnelle et des notions de base en hydrologie et statistique.

- **Durée du stage** : 6 à 7 mois à partir de février-mars 2011

- **Indemnités** : gratification de stage de 400 €/mois environ (selon législation en vigueur)

- **Encadrement** : **Vazken Andréassian et Maria-Helena Ramos**

- **Contact** : **Maria-Helena Ramos (Chargée de recherche)**

Cemagref Antony, UR HBAN

Tel. +33 (0) 1 40 96 60 51

E-mail : maria-helena.ramos@cemagref.fr

Références :

Buizza, R. (2008) The value of probabilistic prediction. *Atm. Sci. Letters*: 36-42. DOI: 10.1002/asl.170.

Nicolle, P. (2010) *Prise en compte de la neige dans la prévision hydrologique : quel apport pour mieux prévoir les crues nivales ?* Mémoire de Master, UPMC, Cemagref, Antony, 53 p.

Palmer, T.N., J. Barkmeijer, R. Buizza, E. Klinker et D. Richardson (2002) L'avenir de la prévision d'ensemble. *La Météorologie* - n°36 - février 2002 (<http://www.smf.asso.fr/Ressources/Palmer36.pdf>)

Ramos, M.H., Thielen, J., Pappenberger, F. (2008) Utilisation de la prévision météorologique d'ensemble pour la prévision opérationnelle et l'alerte aux crues, *Colloque SHF-191e CST-"Prévisions hydrométéorologiques"*, 18-19 Nov., Lyon, 191-199.

Randrianasolo, A. (2009) *Evaluation de la qualité des prévisions pour l'alerte aux crues*. Mémoire de Master, UPMC, Cemagref, Antony, 50 p.