



**Offre de stage
Année universitaire 2017-2018**

1. Sujet

Utilisation des prévisions saisonnières de pluies et de débits pour la gestion de l'eau

2. Type de stage

Stage de Master 2

3. Période – Durée

Maximum 6 mois entre février 2018 et août 2018

4. Organisme d'accueil et encadrant

Organisme d'accueil :

Irstea
UR Hydrosystèmes et Bioprocédés
1, rue Pierre-Gilles de Gennes CS 10030
92761 Antony Cedex
Web : <http://www.irstea.fr/linstitut/nos-centres/antony>

Encadrant :

Maria-Helena Ramos (Chargée de recherche)
Manon Cassagnole (Doctorante)
Tel : 01 40 96 60 51
Email : maria-helena.ramos@irstea.fr
Web : <https://webgr.irstea.fr/>

5. Indemnité de stage

Indemnité mensuelle maximale de 554.40 €

6. Profil du candidat

- Bonnes notions de statistique appliquée et probabilités
- Bonnes notions en hydrologie
- Goût pour la programmation et expérience dans l'utilisation de langages de programmation (R, Fortran, Matlab, Scilab)
- Maîtrise des outils de bureautique traditionnels (Word, Excel)
- Aisance rédactionnelle
- Bon niveau d'anglais scientifique

7. Poursuite éventuelle en thèse

Pas de prévision de poursuite du sujet en thèse.

8. Description du sujet

- **Contexte**

La prévision hydrologique est un exercice qui fait souvent appel à des systèmes prévisionnels complexes, où il s'agit de mettre en place des modèles mathématiques pour la prévision des variables hydrométéorologiques (précipitation, débits de rivières) et des approches de communication et prise de décision sous incertitudes (Ramos *et al.*, 2010). Autour de ces étapes, il s'agit également de considérer, dans l'ensemble des actions entreprises, les conséquences que peuvent engendrer les prévisions, autant pour la sécurité des personnes et des biens (Pappenberger *et al.* 2015) que pour les impacts liés à des secteurs économiques, dépendant des conditions climatiques et hydrologiques, tels que l'agriculture ou l'hydroélectricité (Pagano *et al.*, 2014).

Face à une situation future incertaine, les prévisionnistes et décideurs ont besoin de comparer des actions possibles, dans l'objectif final de prendre une décision. Des modèles d'aide à la décision permettent aux utilisateurs des systèmes de prévision d'optimiser leur décision. Dans ce contexte, la bonne qualité des prévisions et l'évaluation de l'impact des situations prévues sont des facteurs importants pour la prise de décision (Mylne, 2002).

L'évaluation de la qualité des prévisions est une étape indispensable pour améliorer les méthodes et techniques d'un système de prévision et le rendre utile. La qualité des prévisions de pluies et débits est en constante amélioration, mais reste variable selon les modèles utilisés, le lieu, la saison et l'échéance visée. En général, plus l'échéance visée est lointaine, plus la prévision est incertaine. Les prévisions saisonnières hydrologiques cherchent à prévoir les débits des rivières pour plusieurs mois à venir. Malgré leur fiabilité limitée, notamment aux latitudes des bassins versants français, ces prévisions présentent un intérêt pour la gestion de la ressource et des risques dans de nombreux secteurs liés à l'eau, qu'il s'agisse de la planification de l'usage de l'eau en période sèche ou de la planification de la production hydroélectrique des barrages-réservoirs face à la demande en électricité. L'étape d'évaluation et de correction d'éventuels biais des prévisions hydrométéorologiques est donc essentielle pour que celles-ci soient fiables et justes, capables de bien quantifier les incertitudes des scénarios futurs possibles et d'informer les utilisateurs dans leurs applications (Turner *et al.*, 2017).

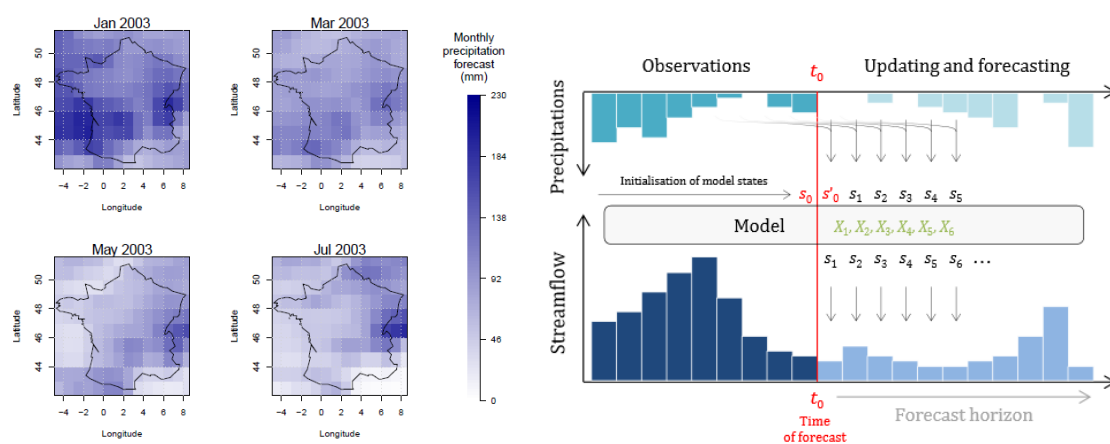


Fig. 1 - Prévisions saisonnières de précipitation mensuelle du système System 4 de ECMWF sur la France : prévisions émises un mois avant la date indiquée, à gauche, et schéma de prévision hydrométéorologique, à droite (Crochemore, 2016)

- **Objectifs du stage**

Ce stage vise à étudier l'utilisation des prévisions saisonnières de pluies et débits pour la gestion de l'eau. Les travaux cherchent à évaluer la qualité des prévisions, améliorer leur fiabilité et justesse et à quantifier l'apport des prévisions hydrologiques de meilleure qualité pour la gestion d'une réserve en eau. Le cas d'application sera à définir en début de stage et pourra s'appuyer sur des modèles de gestion déjà étudiés au sein de l'équipe Hydrologie à Irstea pour évaluer l'apport des prévisions saisonnières pour la gestion de réservoirs pour l'hydroélectricité, le soutien d'étiages ou l'approvisionnement en eau potable (Zalachori, 2013 ; Crochemore, 2016 ; Cassagnole, 2016).

- **Méthodologie / Etapes de travail**

Le stage s'appuiera sur une chaîne de prévision composée de :

1. Prévisions météorologiques saisonnières : prévisions émises par le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT ; en anglais *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF*) ;
2. Modélisation pluie-débit : modèle pluie-débit GR6J, développé à Irstea ;
3. Prévisions hydrologiques saisonnières : obtenues en utilisant les prévisions météorologiques en entrée du modèle hydrologique ;
4. L'application des prévisions saisonnières pour la gestion de l'eau.

Les étapes méthodologiques de l'étude sont :

1. Revue bibliographique sur (i) les systèmes de prévisions saisonnières et leur utilisation en hydrologie et gestion de réservoirs, (ii) l'évaluation de la qualité d'une prévision, et (iii) le post-traitement des prévisions.
2. Prise en main des données et outils : données hydrométéorologiques observées (pluies, températures et débits), prévisions météorologiques (pluies et températures) et modèle pluie-débit : sélection des bassins versants d'étude, traitement des données météorologiques pour les bassins versants français et calage du modèle pluie-débit.
3. Evaluation de la qualité des prévisions météorologiques et application d'un post-traitement/correction de biais (utilisation de codes informatiques existants à Irstea).
4. Simulations pour la prévision des débits et évaluation de la qualité des prévisions hydrologiques.
5. Cas d'application : évaluation de l'apport des prévisions saisonnières pour la gestion des réservoirs.
6. Analyse des résultats et conclusions.
7. Ecriture du mémoire de Master et préparation de la soutenance.

Etapas	Période de stage : 6 mois					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

- **Références bibliographiques**

Cassagnole, M. (2016). Etude du lien entre la qualité des prévisions hydrologiques et leur valeur économique : cas du secteur hydroélectrique. Mémoire de Master 2 SDUEE, Irstea, Antony.

Crochemore, L. (2016). Seasonal streamflow forecasting for reservoir management, AgroParisTech.

Mylne, K. R. (2002). Decision-making from probability forecasts based on forecast value. *Meteorological Applications*, 9(3): 307-315.

Pagano, T. C., et al. (2014). Challenges of Operational River Forecasting. *Journal of Hydrometeorology*, 15(4): 1692-1707.

Pappenberger, F., et al. (2015). The monetary benefit of early flood warnings in Europe. *Environmental Science and Policy*, 51: 278-291.

Ramos, M.-H., et al. (2010). Communicating uncertainty in hydro-meteorological forecasts: mission impossible? *Meteorological Applications*, 17(2): 223-235.

Turner, S. W. D., et al. (2017). Complex relationship between seasonal streamflow forecast skill and value in reservoir operations. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, 21(9): 4841-4859.

Zalachori, I. (2013). Prévisions hydrologiques d'ensemble : développements pour améliorer la qualité des prévisions et estimer leur utilité. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement(AgroParisTech), IRSTEA, Spécialité : Hydrologie.