

Sujet de thèse

Application de l'apprentissage artificiel à la modélisation systémique de la chaîne hydrométéorologique pour la prévision des crues éclair

Direction de thèse : Gérard Dreyfus, Laboratoire d'Électronique de l'ESPCI-ParisTech, 10 rue Vauquelin 75005 Paris. Gerard.Dreyfus@espci.fr.

Encadrement de proximité :

- Anne Johannet, Laboratoire d'accueil : Centre des Matériaux de Grande Diffusion, Ecole des Mines d'Alès (Gard-France). anne.johannet@ema.fr

- Pierre Roussel-Ragot, Laboratoire d'Électronique de l'ESPCI-Paristech, 10 rue Vauquelin 75005 Paris. Pierre.Roussel@espci.fr

Années : 2009-2011

Contexte : Cette thèse s'inscrit dans le projet FLASH subventionné par l'Agence Nationale pour la Recherche. Elle a pour objectif le développement de nouveaux outils opérationnels de vigilance et de prévision en cas de crue rapide, fondés sur la mise en œuvre de modèles conçus par apprentissage statistique. Les sites d'étude et de déploiement sont le bassin versant du Gardon à Remoulins et ses exutoires amonts, ainsi que les bassins versants de la Cèze et de l'Ardèche. Ces sites sont connus pour leurs crues dévastatrices. Néanmoins, la méthodologie développée sera générique, et pourra s'appliquer dans l'avenir à d'autres bassins versants.

Le projet est réalisé en partenariat avec le SCHAPI (Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations) a pour finalité opérationnelle d'alimenter la carte « [vigicrue](#) » accessible sur internet pour les bassins versants visés.

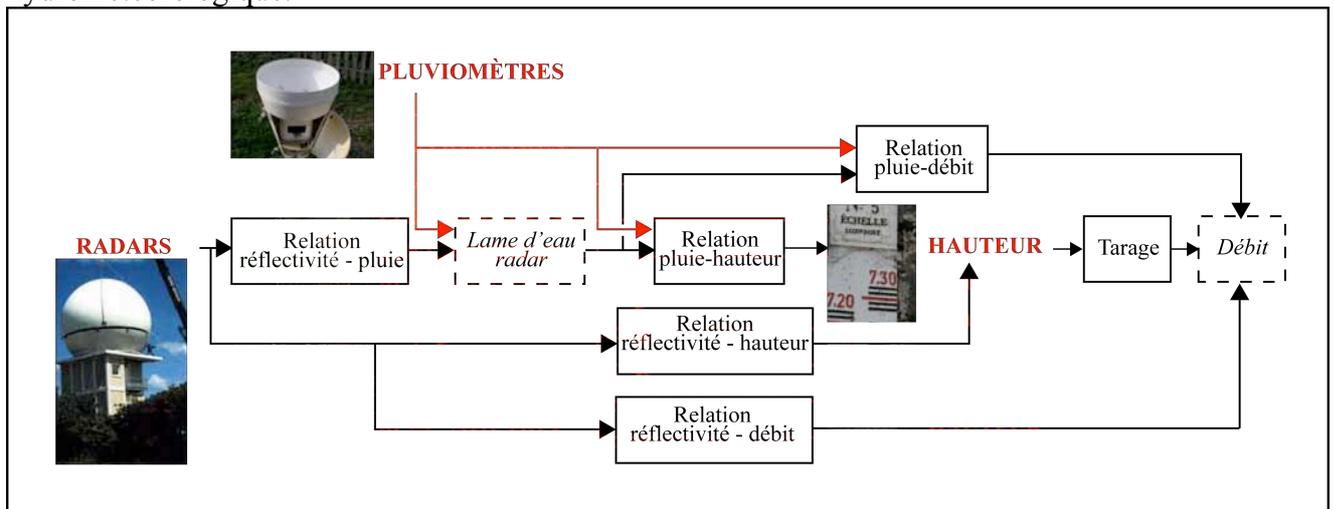


Exemple de carte de vigilance "vigicrue" (12 février 2009)

Sujet : des progrès substantiels ont été obtenus par l'évaluation localisée des intensités de pluie par les images radar. Une fois traitées, ces images permettent de connaître la spatialisation des pluies dans la zone couverte par les ondes radar. L'étape suivante consiste à passer de la connaissance des pluies à la connaissance des hauteurs d'eau dans les rivières, puis à l'estimation des débits. Dans cette chaîne, appelée hydrométéorologique, de nombreux

paramètres interviennent, les uns liés à la technologie des capteurs (transformation réflectivité-pluie), à l'événement pluvieux (répartition de la pluie, humidité initiale des sols), tandis que d'autres sont liés au site (nature des terrains, pentes...). La complexité du phénomène est telle que la précision des prévisions fournies par des modèles de connaissances, fondés sur l'application des lois de la physique au système étudié, n'est pas satisfaisante.

Cette thèse se donne pour but d'effectuer une prévision de débit de pointe et une prévision du temps où ce pic sera atteint en effectuant une modélisation systémique de la chaîne hydrométéorologique.



La chaîne hydrométéorologique selon l'approche systémique

Pour atteindre cet objectif, on utilisera des techniques d'apprentissage artificiel (réseaux de neurones), pour élaborer des modèles dynamiques non linéaires. Ces méthodes permettent d'utiliser des données d'entrée de différents types (intensité des pluies, spatialisation, ...) pour estimer la grandeur à prédire.

L'enjeu de ce travail de thèse est donc de parvenir à modéliser la chaîne hydrométéorologique. Le travail nécessitera le développement de méthodes originales, notamment en ce qui concerne le choix de la fonction de coût et du critère d'évaluation de la qualité de la prédiction ; on cherchera également à rendre le modèle adaptatif.

Profil du (de la) candidat(e) : bien qu'appliqué à l'hydrogéologie, le sujet de thèse est focalisé sur la modélisation par apprentissage. Titulaire d'un Master Recherche, ou diplôme équivalent, lié aux sciences des systèmes (automatique, apprentissage artificiel, traitement du signal), le (la) doctorant(e) devra apprendre l'autre domaine et faire preuve, de façon générale, d'une grande curiosité scientifique.

Mots clés : systèmes dynamiques non linéaires, identification des systèmes, apprentissage artificiel, méthodes prévisionnelles, hydrogéologie, hydraulique, assimilation de données.