

# Soutenance de thèse de : Audrey VALERY

Modélisation précipitations - débit sous influence nivale - Élaboration d'un module neige et évaluation sur 380 bassins versants

**Titre anglais :** Precipitation - runoff modelling under snow conditions - Development of a snow routine and assessment on 380 catchments  
**Ecole Doctorale :** GRN - Géosciences et Ressources Naturelles Paris  
**Spécialité :** Hydrologie et hydrogéologie quantitatives  
**Etablissement :** AgroParisTech

**Cette soutenance aura lieu** Mardi 23 Février 2010 à 14h00

**Adresse de la soutenance :** AgroParisTech - ENGREF 19, avenue du Maine 75732 PARIS Cedex 15

devant le jury composé de :

François ANCTIL	Professeur	Université Laval	Rapporteur
Ludwig BRAUN	Professeur	Kommission für Glaziologie	Rapporteur
Cyril KAO		AgroParisTech	Examineur
Charles OBLED		LTHE	Examineur
Pierre ETCHEVERS		Météo-France, CEN	Examineur
Rémy GARÇON		EDF-DTG	Examineur
Vazken ANDRÉASSIAN		Cemagref	Examineur
Charles PERRIN		Cemagref	Examineur

**Mots clés en français :** modèle hydrologique,neige,débit

**Mots clés en anglais :** hydrological model,snowmelt,runoff

## **Résumé de la thèse en français :**

L'influence de la neige sur les écoulements des bassins versants est très variable d'un environnement à l'autre. L'objectif principal de cette thèse est l'amélioration de la prise en compte de la neige dans les modèles précipitations – débit globaux, à travers le développement d'outils simples, parcimonieux et généraux permettant de simuler le débit efficacement aussi bien sur des bassins fortement influencés par la neige que sur des bassins où le phénomène apparaît de façon plus épisodique. La démarche que nous avons adoptée s'appuie sur un large échantillon de 380 bassins

versants répartis dans quatre pays (Canada, France, Suède et Suisse) ainsi que sur des tests systématiques permettant d'évaluer un grand nombre d'idées issues de la littérature. Deux questions essentielles ont été traitées. D'une part, la problématique de l'estimation des données d'entrée (précipitations et températures de l'air) des modèles hydrologiques nous a conduit à développer une méthode de spatialisation. D'autre part, la prise en compte de la dynamique du manteau neigeux à l'échelle du bassin versant pour améliorer la qualité de simulation des débits s'est traduite par le développement d'un module neige. Les résultats du travail de spatialisation soulignent l'intérêt d'introduire des corrections altitudinales pour estimer les précipitations et les températures de l'air dans des zones de relief. De plus, la confrontation des données issues de la méthode développée et d'une approche sans prise en compte de l'altitude, montre une amélioration significative de la qualité des simulations dès lors que l'altitude est considérée. Partant d'une structure très simple que nous enrichissons à la seule condition d'un gain de performance significatif, nos travaux de modélisation se sont achevés par la mise au point d'un module neige parcimonieux (deux paramètres libres) et général (baptisé CemaNeige). Testé sur notre échantillon de 380 bassins, CemaNeige est plus performant que cinq des sept modules neige existants testés au cours de nos travaux comme référence externe. Il est aussi meilleur que les deux derniers modules sur notre échantillon de bassins scandinaves. En revanche, CemaNeige présente encore une marge de progression par rapport aux approches globales du module neige MORDOR sur les bassins de forts reliefs (Suisse et France). Testé également sur un échantillon indépendant de bassins versants français faiblement influencés par la neige, CemaNeige a montré des résultats satisfaisants. Enfin il peut aussi être appliqué à des bassins versants non jaugés, dans la mesure où il fonctionne honorablement sans calage.

#### **Résumé de la thèse en anglais:**

The level at which snow accumulation and melt impacts streamflow varies from one catchment to another. The main objective of this research was to improve the accounting of snow influences in lumped precipitation-runoff models, by developing simple, parsimonious and general tools to efficiently simulate discharge at the outlet of catchments heavily or lowly influenced by snow processes. Our work was based on a set of 380 catchments spread over four countries (Canada, France, Sweden and

Switzerland) and on systematic tests of ideas proposed in the literature. We focused on two main issues. On the one hand, we developed a spatialization method for estimating model input data (precipitation and air temperature) at the catchment scale. On the other hand, we developed a new snow accumulation and melt routine to account for the dynamics of snow at the catchment scale and to improve the quality of discharge simulations. The results of the spatialization method highlighted the usefulness of introducing altitude corrections to estimate precipitation and air temperature fields in zones with strong relief. Besides, the comparison of this approach with a more classical one that does not use altitude information, showed a significant improvement in the quality of discharge simulated by the hydrological models. Starting from a very simple snow routine structure that we tried to complexify provided that the additions to the module would improve model efficiency, we ended up with a parsimonious (two free parameters) and general snow module, called CemaNeige. Tested on our catchment set, it showed better performances than five of the seven existing snow module tested as references. On the Swedish catchments, it also performed better than the two modules that showed the best performances on average on the total catchment set. However, CemaNeige can still be improved on mountainous catchments (France and Switzerland) where the lumped versions of the MORDOR routine outperformed CemaNeige. Also tested on an independent set of French catchments where the level of influence by snow is low, CemaNeige showed satisfactory results. Last, CemaNeige can easily be adapted for simulation on ungauged catchments, as it shows an acceptable level of performance with default parameter values.