

## **Synthèse de la première discussion: Quels enjeux et quels bassins pour un projet coopératif français ?**

Président : Michel Vauclin

Rapporteur : Evelyne Richard

Au cours des exposés, nous avons assisté à une revue de l'état de l'art en matière modélisation couplée hydro-météorologique. A l'étranger (notamment au Canada, en Suisse) il y a des expériences bien avancées qui à diverses échelles (régionale ou climatique) mettent en évidence les bénéfices d'une approche couplée. En France, les travaux dans le domaine sont encore dans un stade préliminaire. Néanmoins, nous avons pu constater l'émergence dans la communauté nationale d'un certain nombre d'actions fédératrices qui pourraient être à la base d'un projet coopératif français.

Hydrologie urbaine :

Il y a dans ce domaine une forte demande sociale liée aux problèmes de pollution. Les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales, en principe dissociés, ne le sont pas vraiment. Ce constat imposera à terme la refonte du réseau d'assainissement. Sur ce thème, les communautés des hydrologues et des météorologues doivent certainement envisager des actions concertées visant notamment à une meilleure observation de la précipitation urbaine ou encore au développement de schémas de sol spécifiques à la ville. Mais ces actions ne concernent pas encore le couplage de modèles à proprement parler. Celui-ci dans ce domaine semble prématuré car, d'une part, la prévision de la précipitation à l'échelle de la ville demeure encore trop incertaine, et d'autre part, il reste encore beaucoup à faire pour valider l'interface sol atmosphère en zone urbaine.

La zone cévenole :

C'est un domaine géographique qui visiblement soulève un grand intérêt dans les deux communautés. Les Cévennes intéressent les hydrologues qui y consacrent un important effort de modélisation (TOP Model) et qui y mettent en place une zone d'observation privilégiée dans le cadre de l'Observatoire Cévennes-Vivarais. Les météorologues sont également très motivés par cette région à forte pluviométrie qui fait l'objet de différents travaux de modélisation (MESO-NH). Il semble assez naturel de concentrer les efforts de couplage sur cette région autour de laquelle existe déjà une communauté et des forces de travail potentielles.

On s'intéresse ici essentiellement aux phénomènes de crues rapides pour lesquelles la connaissance de la distribution spatio-temporelle de la précipitation est déterminante. Aux échelles considérées, les précipitations issues des modèles atmosphériques commencent à présenter une certaine fiabilité ce qui permet raisonnablement d'envisager à terme une prévision des crues rapides basée sur un système couplé modèle atmosphérique-modèle hydrologique.

Notons par ailleurs que des démarches similaires sont entreprises à l'étranger où les communautés concernées ont sélectionné ou sont en passe de sélectionner un site national leur permettant de tester et de valider cette approche.

Les grands bassins français

Ce projet est en France celui qui présente le plus de maturité. Il a débuté sur le bassin du Rhône, par le couplage du schéma d'interface sol végétation atmosphère ISBA avec le modèle

hydrologique distribué MODCOU. Le système a fonctionné tout d'abord avec des précipitations analysées et utilise maintenant les précipitations prévues par ARPEGE/ALADIN. Il est en cours d'extension à l'ensemble des grands bassins français et devrait à terme aboutir à un système opérationnel permettant la prévision des débits des grands fleuves français et assurant au modèle atmosphérique un meilleur contrôle de l'état hydrique du sol.

Notons que les outils développés dans ce cadre bénéficieront largement au projet cévenol. Ils peuvent être sans trop d'effort d'adaptation utilisés à des échelles plus fines et permettront d'initialiser de manière réaliste le contenu en eau des sols.

Ce projet est essentiellement porté par Météo-France et le CEMAGREF, on peut déplorer qu'il ne suscite pas plus de participation dans l'ensemble de la communauté.

### L'Afrique de l'Ouest

L'Afrique de l'Ouest semble aussi être à l'intersection des préoccupations des communautés hydrologiques et météorologiques. Le projet CATCH vise à quantifier l'impact des fluctuations climatiques sur les ressources en eau de l'Afrique de l'Ouest. Dans ce cadre les hydrologues consacrent leurs efforts d'observation et de modélisation sur le bassin de l'Ouémé au Bénin. Les objectifs de CATCH sont liés à une partie du projet Mousson Africaine qui actuellement fédère la communauté atmosphérique. Pour l'atmosphère, l'outil d'étude nécessaire aux thématiques de CATCH est un modèle de climat régional. Ce type d'outil est encore mal maîtrisé et peu répandu dans la communauté française. Il n'est pas certain que le couplage modèle hydrologique-modèle atmosphérique soit ici la tâche prioritaire. On peut malgré tout concevoir que les méthodes de couplage qui pourront être développées dans le cadre d'un projet sur les Cévennes, puissent à terme être adaptées à la problématique africaine même si celle-ci fait appel à des modèles tant hydrologiques qu'atmosphériques très différents de ceux utilisés sur les Cévennes.

## **Synthèse de la deuxième discussion : quels outils pour un projet coopératif Français ?**

Président : Philippe Bougeault

Rapporteur : Joël Noilhan

### Point 1 : Les grands principes du couplage

Deux options sont proposées à la discussion : un couplage ‘minimal’ associant deux modèles ‘atmosphère/sol’ et ‘sol/écoulement’ (un seul coupleur) , un couplage entre 3 modèles ‘atmosphère’ – ‘sol’ – ‘Écoulement , sol’ (deux coupleurs).

C’est la deuxième solution qui recueille l’adhésion, solution pour laquelle les flux échangés entre les modèles ‘atmosphère’ et ‘sol’ sont bien définis (expérience des météorologues, interface PILPS4c du projet ALMA). En revanche la définition de l’interface entre les modèles ‘sol’ et ‘Écoulement, sol’ (flux à échanger) est plus mal définie (point de vue des hydrologues, par ex. B. Ambroise, C. Obled) . En effet, les modèles ‘sol’ et ‘écoulement’ ont en commun une gestion de certains processus hydrologiques (ruissellement, infiltration, évaporation) intervenant dans les mêmes horizons du sol et la dissociation des ces fonctions dans certaines expériences de couplage pour de petits bassins versants (par ex. Isba – Top Model) fait toujours l’objet d’investigation. En revanche, dans les expériences de couplage sur des grands bassins versants, les flux échangés entre les modèles ‘Sol’ et ‘écoulements grands bassins’ sont mieux identifiés (fonction de production dans le sol, fonction de transfert latéral dans la nappe et transport dans réseau hydrographique dans modèle hydrologique). Pour certains, le couplage devrait également permettre une rétroaction du modèle ‘écoulement - sol’ vers le modèle ‘atmosphère’ (cas des zones inondées ).

### Point 2 : Choix des grilles, des pas de temps, et des interpolations horizontales

Pour les météorologues, la grille doit permettre de résoudre de façon satisfaisante les bassins versants afin de bénéficier de l’effet d’intégration spatiale de ces derniers (un chiffre d’au moins 10 mailles de calcul atmosphérique par bassin a été avancé).

Les hydrologues veulent être libre de choisir un maillage adapté aux bassins versants étudiés, pas nécessairement avec des mailles régulières. L’interpolation horizontale sera donc obligatoire. Dans le cas du couplage ‘Atmosphère’ – ‘sol’ cette interpolation sera bidimensionnelle.

Un besoin de désagrégation des données atmosphériques pour les modèles sol (prise en compte de la topographie sous –maille par ex.) a été exprimé.

### Point 3 : Informatique du couplage

Les trois coupleurs présentés lors de l’atelier présentent les mêmes fonctionnalités, en particulier pour les coupleurs OASIS et GOSSIP. L’évaluation des performances du coupleur COUMEHY, développé au LTHE, est promise pour le printemps 2002.

Une première estimation des coûts informatiques pour OASIS a été réalisée dans le cadre du couplage envisagé ‘atmosphère’ – ‘sol’ (couplage à fort pas de temps d’une dizaine de champs de 500 par 500 points). Des tests préliminaires concernant l’échange de données entre

les deux modèles (soit par common, soit par OASIS – message passing) font apparaître un surcoût négligeable par rapport au coût des modèles eux mêmes (en particulier du coût du modèle atmosphérique). Le surcoût associé à l'interpolation horizontale n'a pas été chiffré, mais ce dernier sera inévitable quelque soit la technologie choisie pour le couplage (soit l'interpolation est gérée par le coupleur, soit elle sera à réaliser dans un des deux modèles).

Le système PALM possède des fonctionnalités intéressantes pour le projet (gestion dynamique du couplage, par ex. gestion des modes off-line et on-line des couplages sol – atmosphère)

Point 4 : Normalisation des champs échangés entres modèles

Adhésion à la normalisation proposée par Alma dans le cadre des échanges Atmosphère – sol. Cependant, cette normalisation doit être généralisée à l'application hydrologique.

Point 5 : comment s'organiser ? un seul projet coopératif de couplage pouvant s'appliquer à plusieurs bassins on bien plusieurs projets par communauté et bassins ?

Point débattu trop rapidement. Le sentiment général est en faveur de la première formule : effort pour un couplage général, transportable aux projets de la communauté (grands bassins Français, Cévennes-Vivarais, Catch/Mousson, hydrologie urbaine). Un premier exercice de démonstration du couplage pourrait être réalisé dans le cadre de l'OHM- Cévennes –Vivarais qui semble être le domaine où un maximum d'expertise existe dans les communautés concernées (à l'exclusion peut être de l'hydrologie urbaine !).