

# **OBSERVATOIRE HYDROMETEOROLOGIQUE MEDITERRANEEN CEVENNES-VIVARAIS (OHM-CV)**

Guy Delrieu  
LTHE, UMR 5564 (CNRS, INPG, UJF, IRD)

## **1) CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET OBJECTIFS**

La phase continentale du cycle de l'eau concerne différents domaines comme la gestion de la ressource en eau ou la prévention des risques naturels liés à l'eau : orages et crues, laves torrentielles ou glissements de terrain. Nos connaissances sur l'interaction entre l'atmosphère et la surface continentale évoluent grâce aux progrès des moyens d'observation et de modélisation. En particulier la disponibilité d'observations spatialisées de la pluie, de la morphologie du relief et du réseau hydrographique, de l'occupation du sol ainsi que les nouvelles modélisations développées en hydrologie et en météorologie permettent de passer d'une étude de cette interaction sous forme de bilans globaux par bassins à une analyse spatiale plus détaillée. En région de montagne, l'analyse spatiale de l'interaction continent - atmosphère est particulièrement pertinente en raison de l'action marquée du relief à la fois sur le déclenchement des pluies et sur la formation des écoulements en rivière.

La région Cévennes - Vivarais est représentative de la moyenne montagne de l'ensemble du pourtour méditerranéen qui est soumise à un régime pluviométrique et hydrologique caractérisé par une forte intermittence et par des valeurs extrêmes proches des plus fortes statistiques mondiales. Dans ce contexte, le projet OHM-CV vise à développer les synergies entre équipes de recherche de météorologues et d'hydrologues, modélisateurs et instrumentalistes, et les services à vocation opérationnelle, autour de la question des pluies intenses et des crues-éclair qui en résultent. Le projet prévoit :

(i) l'observation hydrométéorologique à l'échelle régionale sur une période de 10 ans au moins à venir s'appuyant d'abord sur les réseaux opérationnels existants avec l'idée de tirer le meilleur parti d'instruments installés, entretenus et gérés en continu par des services spécialisés et entraînés. Ces moyens seront renforcés par une instrumentation recherche en cours de développement qui sera mise en œuvre par les laboratoires lors de périodes d'observations intensives (POI) prévues à l'horizon 2005.

(ii) le développement de la modélisation à base physique des processus météorologiques et hydrologiques associés. Il s'agira d'abord de valider les modèles météorologiques non-hydrostatiques de méso-échelle (MesoNH, Modèle de Clark) et les modèles hydrologiques globaux ou distribués (TOPMODEL, TOPODYN) disponibles dans les laboratoires, d'analyser les possibilités d'initialisation ou d'assimilation d'observations dans ces modèles, en préalable à leur couplage ultérieur. On s'intéressera également à d'autres approches de la prévision quantitative des précipitations telles que l'approche statistico-dynamique des analogues et l'advection 3D de l'imagerie radar.

Compte tenu du fait que plusieurs exposés présentés au cours de l'atelier "couvrent" le volet modélisation du projet OHM-CV, on se limite dans ce qui suit à une présentation des principales actions prévues en terme d'instrumentation et d'observation.

## 2) INSTRUMENTATION/OBSERVATION

### a) **Création d'une base de données opérationnelles pour la recherche**

Les données d'observation à l'échelle régionale sont essentiellement acquises par des services opérationnels tels que Météo-France, les Services d'Annonce de Crues des DDE, les services hydrométriques des DIREN ou bien Electricité De France. Les moyens instrumentaux opérationnels comprennent i) les trois radars météorologiques du réseau ARAMIS de Météo-France (Nîmes, Bollène et Sembadel), ii) les réseaux pluviométriques et limnimétriques qui représentent au total environ 210 postes pluviométriques et 40 à 50 points de contrôle des débits. L'utilisation de ces données à des fins de recherche est rendue difficile de façon persistante par la diversité des objectifs poursuivis par ces services et par la dispersion des archives. Au fil des années et des projets les laboratoires de recherche ont surmonté ces difficultés pour construire les bases de données nécessaires à leurs études. Malheureusement le caractère souvent très partiel de ces bases, leur manque de continuité temporelle ou d'unité spatiale, l'absence de maintenance informatique les ont rendu confidentielles et éphémères. Une première action du projet OHM-CV concerne donc la constitution d'une base de données opérationnelles pour la recherche sur une période-cible à venir s'étendant sur au moins 10 ans. Sur la période 2000-2001, une dizaine d'épisodes pluvieux cévenols d'intensité variée ont déjà pu être documentés.

### b) **Hydrologie radar**

Il s'agit d'un thème important de l'OHM-CV qui vise d'abord à optimiser la couverture radar des bassins versants cévenols au moyen des trois radars du réseau ARAMIS ainsi qu'à poursuivre le développement du concept de radar hydrologique local, radar qui pourra être mis en œuvre sur site ultérieurement en complément des radars opérationnels :

- Evaluation de la qualité actuelle de couverture des bassins cévenols avec les protocoles d'acquisition et de composition des images opérationnels sur la période 2000-2001 (DSO/Météo France, LTHE)

Cette évaluation concerne les images radar cartésiennes (résolution 5 min, 1 km<sup>2</sup>) résultant de la composition des 3 sites selon une approche de type CAPPI. Elle s'appuiera sur les mesures in situ et utilisera une approche géostatistique développée de longue date au LTHE. Un intérêt particulier sera accordé aux performances obtenues par les radars dans leurs zones de recouvrement et dans les zones d'échos fixes pour apprécier le fonctionnement de l'éliminateur d'échos fixes actuellement opérationnel.

- Expérimentation d'un protocole de balayage radar volumique haute résolution à Bollène (DSO/Météo France, LTHE)

Dans le cadre d'une convention recherche DSO-LTHE, un protocole de balayage volumique à 8 angles de site (temps de revisite 5 min) a été proposé dans le but de disposer d'une exploration tri-dimensionnelle de l'atmosphère. Il s'agit de mieux traiter les interactions ondes-relief (échos de sol et masques) et les effets liés à l'hétérogénéité verticale des précipitations. La collecte de ces données volumiques haute résolution sera réalisée dès la mise en service du calculateur CASTOR2 de Météo France à Bollène en 2002. Celles-ci permettront de tester différentes techniques d'identification et de substitution des échos fixes, de correction des effets de masques, d'inférence des profils verticaux de réflectivité locaux et de correction de leurs effets. Outre le gain espéré en terme d'estimation des champs pluvieux, on s'attachera ensuite à démontrer l'intérêt prédictif de l'imagerie radar 3D (techniques de prévision à très courte échéance fondées

sur l'imagerie radar, assimilation des données volumiques dans la modélisation atmosphérique).

- *Etude des propriétés statistiques fines de la réflectivité radar* (DSO/Météo France, LTHE)  
Dans le cadre du projet CASTOR2, Météo France a développé un système d'acquisition prototype permettant l'archivage exhaustif du signal radar. Un tel outil permettra de revisiter les bases théoriques concernant les fluctuations du signal radar et de s'interroger sur la façon de condenser au mieux l'information contenue dans le signal radar complet. Un intérêt particulier réside dans la discrimination de cibles hydrométéorologiques (pluie, neige, couche de fusion...) ou parasites (relief, bâtiments, propagation anormale) à partir de la seule réflectivité radar.
- *Combinaison des données radar multi-sites de deux radars non atténués* (DSO/Météo France, LCPC, LTHE)  
L'archivage des données 3-sites du radar de Nîmes servant à l'élaboration des images opérationnelles est effectuée au "pied du radar" depuis septembre 2001. Une opération similaire est prévue dès que possible (disponibilité d'un système d'acquisition adéquat) sur le radar de Bollène en attendant la mise en œuvre du protocole 8-sites en 2002. Le développement de procédures de combinaison optimale de ces données multi-radar constitue un sujet de recherche ouvert et novateur.
- *Développement d'un radar bande X à diversité de phase et de polarisation* (LTHE, MRO)  
Le concept de radar hydrologique local a été proposé et mis en œuvre au LTHE dans les années 1990. Les projets qui en découlent s'appuient sur des radars bande X à vocation expérimentale dont l'apport sur le thème de l'amélioration de la mesure de pluie par radar est multiple : densification de la couverture radar dans des zones sensibles et/ou difficilement couvertes par les réseaux opérationnels (villes, montagnes...), acquisition de données haute résolution à comparer à celles des radars opérationnels pour des études d'échantillonnage, balayage tridimensionnel pour l'analyse de profils verticaux de réflectivités, l'expérimentation de nouveaux algorithmes. Les efforts se concentrent en particulier sur l'utilisation des techniques polarimétriques en bande X qui ont fait l'objet ces dernières années de développements prometteurs en particulier en France (Laboratoire d'Aérodynamique, Centre d'Etudes Terrestres et Planétaires). Parallèlement au développement d'un prototype de radar bande X à diversité de phase au LTHE en collaboration avec le Marshall Radar Observatory de l'Université McGill de Montréal (Canada), diverses études sont en cours sur les algorithmes polarimétriques et en particulier sur l'étude des effets liés à l'hétérogénéité de la pluie sur ces techniques.

### c) **Mesure de l'eau précipitable par GPS (CNRM, LGIT, LTHE)**

Par la mesure du délai zénithal lié à la traversée de l'atmosphère, le GPS permet l'estimation de la quantité d'eau précipitable intégrée au-dessus d'un récepteur donné avec une précision de l'ordre de 1 à 1.5 mm et une résolution temporelle très intéressante (5 à 15 min). Une collaboration entre géodésiens et hydro-météorologues va être initiée pour établir la corrélation entre l'eau précipitable observée aux différents points du réseau GPS permanent de la région Cévennes-Vivarais et l'eau précipitée observée par radar et pluviomètres (notons qu'à cette occasion, le réseau GPS permanent sera renforcé par trois stations). En plus de l'équipement permanent, des phases d'observation intensives sont prévues, où un réseau dense d'une vingtaine de récepteurs GPS va être déployé pendant plusieurs semaines. Ces observations permettront d'obtenir le champ 3D d'eau précipitable par inversion tomographique. Cette nouvelle technique a été mise en œuvre pour la première fois en France

en 2001 dans le cadre du projet ESCOMPTE à Marseille. La première POI dans le cadre de l'OHM-CV est prévue pour l'automne 2002.

#### **d) Mesure du débit des rivières en crue (IIHR, LTHE)**

Les techniques classiques de mesure des débits sont fondées sur l'établissement d'une courbe de tarage entre débit et hauteur d'eau nécessitant l'évaluation des vitesses d'écoulement en divers points de la section mouillée au moyen par exemple de moulinets fixés sur des "saumons" pour une gamme de débits aussi large que possible. Il est clair que cette approche se heurte à des limitations importantes pour les débits forts (sécurité des personnels et du matériel, débit non permanent pendant la prise de mesure..) et l'on estime ainsi que 80% des rivières françaises ne sont en fait pas jaugées pour des débits de fréquence supérieure à dix ans. L'observation des rivières en crue au moyen de divers instruments de télédétection locale pourrait permettre de progresser sur cette question. On pense en particulier aux mesures de niveau d'eau par ultra-sons ou imagerie vidéo, aux mesures de vitesses de surface également par imagerie vidéo et radar doppler ainsi qu'à la bathymétrie des fonds de rivières, éminemment mobiles lors des crues, par radar géologique. Une première approche du problème consistera à s'intéresser aux techniques de mesure de hauteurs d'eau et de vitesses de surface (PIV) fondées sur l'imagerie vidéo.

#### **e) Retours d'expérience hydrologique sur crues éclair (CEREVE, LCPC)**

La connaissance des processus hydrologiques actifs lors de la formation des crues-éclair reste très incomplète en raison de la rareté des événements forts en un lieu donné et du manque de moyens d'observation distribuée sur les bassins versants. Une méthodologie de "retours d'expérience hydrologique" a été développée au CEREVE pour progresser sur cette question : l'idée est de collecter, après un événement majeur, un ensemble de données quantitatives (pluviométrie, hauteurs maximales atteintes sous ouvrage au moyen des laisses de crue) et plus qualitatives (témoignages relatifs en particulier à la chronologie des événements). L'intégration de ces éléments au moyen de modèles hydrauliques (évaluation des débits maximum) et hydrologiques relativement simples (par exemple modélisation de la "production" et du "transfert" par des approches du type SCS + onde cinématique) permet diverses inférences sur la dynamique des crues-éclair. Parmi celles-ci, on retiendra la forte capacité de rétention initiale (100 à 250 mm) des bassins méditerranéens avant apparition d'un écoulement généralisé. L'application de cette méthodologie sera poursuivie sur l'ensemble de l'arc méditerranéen au cours des prochaines années et sa pertinence pourra être évaluée pour les événements extrêmes se produisant sur les bassins faisant l'objet d'une surveillance renforcée dans le cadre de l'OHM-CV.

### **3) CONCLUSIONS**

L'OHM-CV est un projet qui a pour ambition de réunir sur le long terme un ensemble de partenaires recherche (météorologie et hydrologie, observation et modélisation) et opérationnels pour une meilleure compréhension et prévision des phénomènes de pluies intenses et de crues-éclair se produisant en région méditerranéenne. Pour l'heure, au plan de l'observation, l'effort est placé sur la collecte et l'analyse des données opérationnelles, le développement de techniques de mesure nouvelles (radar, GPS, débitmétrie) et d'une méthodologie de retours d'expérience sur crues-éclair. Ces éléments, combinés aux résultats des modélisations météorologiques et hydrologiques en cours, permettront de concevoir divers plans d'expérimentation qui seront mis en œuvre lors de POI prévues sur site à l'horizon 2005.