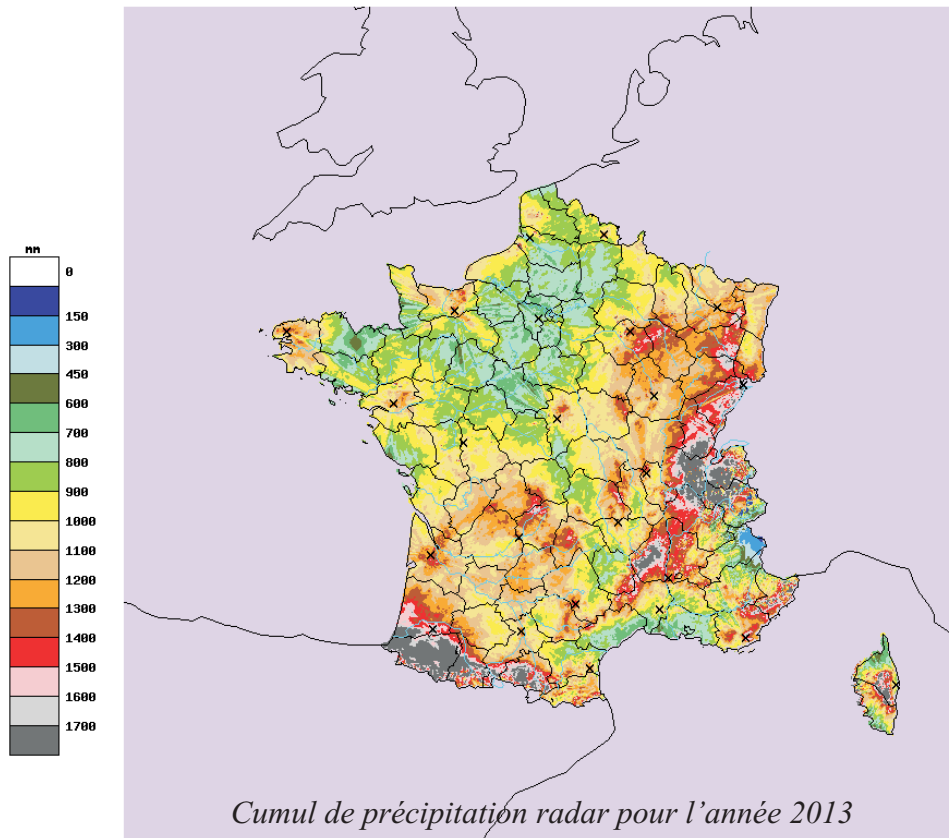




# Forum des utilisateurs de radars hydrométéorologiques

## Résumés des présentations du 27 mars 2014



## **LE RESEAU RADAR : Situation actuelle et perspectives**

J.-L. Chèze, J.-L. Champeaux, P. Tabary (Météo-France)

Le réseau métropolitain ARAMIS comptait en 2002 18 radars. Le projet PANTHERE (Projet Aramis Nouvelles Technologies en Hydrométéorologie Extension et REnouvellement), a porté ce nombre à 24 en 2007. Sur la période 2010 – 2013, trois nouveaux radars en bande X ont été rajoutés dans le cadre du projet RHYTMME pour améliorer la couverture hydrologique sur le sud-est. Ces trois radars sont encore en cours de qualification. En parallèle à la densification du réseau, un effort significatif de jouvence et de modernisation a été réalisé : un nombre important de radars ont ainsi été remplacés et de nouvelles capacités ont été introduites dans le réseau telles que le Doppler (permettant la mesure des vents radiaux) et la diversité de polarisation (dont sont dotés début 2014 18 radars métropolitains sur 27).

La volonté de poursuivre l'effort de modernisation et de densification du réseau radar a motivé le lancement en 2012 du projet PUMA (Programme plUrinannuel de Modernisation du réseau Aramis) ; le projet prévoit la création de 4 nouveaux sites radar destinés à améliorer la couverture de la région grenobloise, de la Corse (région d'Ajaccio), du Morbihan et du Massif Central. L'autre composante majeure de ce projet est l'accélération du renouvellement des radars les plus anciens.

Cette évolution majeure traduit l'importance croissante prise par les radars dans le suivi météorologique et hydrologique des situations précipitantes, mais aussi pour l'assimilation de données par les modèles numériques de prévision météorologiques.

Au terme de PUMA (2017 – 2018), le réseau métropolitain devrait donc compter 31 radars parmi les quels 4 resteront à moderniser (remplacement par un radar polarimétrique de nouvelle génération à la même longueur d'onde) : Bollène, Opoul, Aléria et Bourges.

En métropole, il convient également de mentionner la mise en place, dans le cadre du projet PUMA, de deux radars en bande X polarimétriques à vocation aéronautique, l'un sur l'aéroport de Nice et l'autre sur l'aéroport Charles-de-Gaulle.

L'outre-mer n'a pas été oublié avec l'installation d'un 2ème radar bande S polarimétrique (Piton-Villiers) sur l'île de La Réunion et la rehausse du radar de Tiébaghi en Nouvelle-Calédonie.

Outre l'amélioration de la couverture et celles des produits (présentée par ailleurs), la préservation de la capacité d'observation de nos radars face à l'impact des Rlan et des éoliennes reste un enjeu important.

## Les produits radar: situation actuelle et perspectives

P. Tabary et J.-L. Champeaux (Météo-France)

En phase avec la modernisation et la densification du réseau radar, les produits radar se sont au fil des ans améliorés et diversifiés, en vue de satisfaire des besoins d'utilisateurs toujours plus exigeants dans des domaines de plus en plus variés (prévision immédiate, hydrologie, prévision numérique, aéronautique, études sur le changement climatiques et même ornithologie ...).

L'offre en produits radar est actuellement constituée des produits suivants :

- Images de réflectivité 5' – 1 km<sup>2</sup>, disponibles en radar individuel et en mosaïque, en métropole ainsi que dans chacune des trois régions outre-mer dotées de radars (Antilles-Guyane, La Réunion, Nouvelle Calédonie).
- Lames d'eau radar 5' – 1 km<sup>2</sup> métropolitaines, disponibles en radar individuel et en mosaïque, incluant tous les traitements standard (masques, échos fixes, profil vertical de réflectivité), un ajustement temps-réel par les pluviomètres, une élimination des parasites par l'imagerie satellitaire et une production systématique de cartes de codes qualité dynamiques, maintenant très utilisés; plus récemment (2011 – 2012), une correction d'atténuation et une élimination des artefacts ont été mises en place sur les radars polarimétriques, avec des bénéfices démontrés sur l'estimation des pluies fortes.
- Lames d'eau outre-mer 5' – 1 km<sup>2</sup>, disponibles en radar individuel et en mosaïques, incluant un ajustement par cartes mensuelles de facteurs correctifs. Ces cartes sont établies et expertisées localement. Cette mise à niveau des lames d'eau outre-mer représente une avancée majeure de l'année 2013.
- Un produit spécifique contenant les tours d'antenne de réflectivité, vitesse radiale et types d'échos pour l'assimilation dans le modèle opérationnel de prévision numérique AROME ; l'assimilation de la vitesse radiale et de la réflectivité est opérationnelle depuis plusieurs années.
- Des mosaïques européennes issues d'un centre européen de concentration et de compositage des données radar (OPERA Data Centre ou Odyssey), développé sous l'égide d'EUMETNET/OPERA en collaboration avec le service météorologique anglais (UK Met Office); Odyssey génère ainsi des mosaïques européennes à la résolution spatio-temporelle de 15' - 2 km. Chose intéressante, ces mosaïques ont un seuillage sensiblement plus bas que les mosaïques de réflectivité opérationnelles. Les données radar européennes concentrées dans Odyssey vont prochainement faire l'objet de tests d'assimilation dans le modèle AROME.
- Des champs de réflectivité 3D multi-radars à basse résolution (15' – 2.5 km<sup>2</sup>) couvrant le territoire français et permettant une caractérisation 3D des systèmes précipitants ;
- Plus récemment, une mosaïque nationale de cisaillement de basses couches en pluie haute résolution (5' – 1 km<sup>2</sup>) a été mise en opérationnelle et devrait très prochainement alimenter les objets « Orage » de la prévision immédiate en vue d'enrichir le diagnostic de rafales sous orages.

On rappelle également l'existence des analyses horaires radar – pluviomètres ANTILOPE ainsi que des ré-analyses horaires de lames d'eau (COMEPHORE) sur la période 1997 – 2006.

L'ensemble des produits élaborés ainsi que les données radar brutes (tours d'antenne de réflectivité, de vitesse radiale et, pour les radars polarimétriques, des variables polarimétriques) sont concentrées en temps réel et archivées de manière pérenne à Toulouse et un très gros travail a été fait pour faciliter l'accès à ces données et produits.

Les perspectives, ambitieuses, d'ici 2016 - 2017 sont les suivantes :

- mise en place opérationnelle d'une nouvelle version de la chaîne polarimétrique, applicable à toutes les longueurs d'onde dont la bande X, incluant estimation améliorée du taux de pluie (à partir d'un paramètre de phase insensible aux masques, à l'atténuation et à la calibration du radar) et typage des hydrométéores (neige, grêle, pluie, cristaux, ...) sur les tours d'antenne de chaque radar polarimétrique ;
- L'intégration des trois radars en bande X déployés par Météo France dans le cadre du projet RHYTMME dans l'ensemble des productions radar opérationnelles de Météo France (dont les mosaïques de lames d'eau), des nouveaux radars X du projet PUMA (Grenoble, Morbihan, Massif Central) et du nouveau radar bande C d'Ajaccio.
- L'intégration d'un certain nombre de radars étrangers (Jersey, radars suisses, ...) dans la mosaïque opérationnelle de lame d'eau ;
- La mise en place opérationnelle d'une nouvelle version du module d'ajustement temps réel par les pluviomètres, incluant notamment une spatialisation des facteurs d'ajustement. Ce nouveau module a fait l'objet d'une étude sur une année de données radar et a montré une amélioration significative sur les distances intermédiaires (80 – 150 km) et lointaines (> 150 km).
- La mise en place opérationnelle d'un produit 3D à haute résolution (5 minutes, 1 km<sup>2</sup>) contenant notamment l'altitude de sommet des cellules convectives (Echo Tops) et le contenu vertical intégré en eau liquide (VIL), paramètres très attendus par le client aéronautique ;

Deux grosses actions techniques visant à traiter des questions d'obsolescence et à préparer l'avenir ont par ailleurs été lancées en 2013 et devraient déboucher en 2016 - 2017 :

- la refonte du système de production radar, avec l'objectif volontariste de concentrer les données radar brutes polaires haute résolution de l'ensemble des radars de métropole et d'outre-mer et de réaliser tous les traitements en central (projet EVOLPROD)
- la migration du calculateur radar au pied de chaque radar vers un PC Linux (action CASTOR4)

En parallèle aux développements opérationnels seront menés un certain nombre d'études et de travaux de soutien dont :

- Etude de mise en place d'une calibration temps réel horaire des lames d'eau radar outre-mer
- soutien aux modélisateurs du CNRM sur l'assimilation des données radar européennes
- poursuite des travaux de caractérisation et d'atténuation de l'impact des éoliennes sur les mesures radar ;
- études de mise au point sur les produits radar à haute résolution (typiquement 250 m) ;
- accompagnement de l'arrivée des futurs radars LEOPARD

La lame d'eau radar reste probablement le produit qui concentre le plus de traitements et est le plus exigeant par rapport aux radars (calibration, stabilité, ...) et à la chaîne de production en général (qualité et robustesse des algorithmes, taux de fonctionnement des radars, suivi des facteurs correctifs, qualité des transmissions, gestion temps réel des incidents, qualité de la maintenance corrective et préventive, ...). Des investissements conséquents sont faits chaque année, à tous les niveaux, pour améliorer la qualité des lames d'eau. Afin de mesurer le retour sur ces investissements, le Centre de Météorologie Radar produit depuis plusieurs années des scores annuels de lames d'eau, spatialisés, établis par comparaison aux pluviomètres. Ces scores sont très riches et montrent une réelle progression au fil des ans. Dans le cadre du Contrat d'Objectifs et de Performances (COP 2012 – 2016), Météo France s'est engagé à faire progresser de 15% la qualité des lames d'eau entre 2011 (année de référence) et 2016.

## **Politique et modalités d'accès aux données**

### **I. Donet (Météo-France)**

Depuis octobre 2010, Météo-France met à disposition des usagers un portail d'accès à l'ensemble de ses données publiques: <https://donneespubliques.meteofrance.fr>.

Ce portail présente l'ensemble du catalogue des données publiques disponibles, soit à titre gratuit, soit soumises à redevances.

La présentation portera, de façon détaillée, sur l'ensemble des données radar mises à disposition par Météo-France au titre de ses données publiques, les licences et redevances associées, les modalités d'accès et les formats disponibles.

Un bilan rapide des fournitures actuellement réalisées dans ce domaine sera également présenté.

Enfin, les perspectives à moyen en termes d'évolution de format (cf. directive européenne Inspire) ou de redevances seront abordées en fin de présentation.

**Les apports de l'image radar pour un SPC de moyenne montagne :**  
**l'expérience du SPC Allier**  
L. Berthet (DREAL Auvergne)

Le SPC Allier travaille sur des bassins de moyenne montagne sur lesquels l'imagerie radar est nécessaire à plusieurs titres. Tout d'abord, ces bassins connaissent des événements pluvieux générés par des structures précipitantes de petite taille qui peuvent échapper au réseau de pluviomètres. Par ailleurs, les échéances de prévision météorologique atteignables pour ce type d'événement et les temps de réaction des bassins versants imposent des comparaisons fréquentes entre les dernières observations et les prévisions antérieures. Le SPC Allier utilise les images radar tant pour le suivi et la localisation des cellules précipitantes que pour l'estimation des lames d'eau précipitées. En ce qui concerne le suivi des événements, l'image radar (en particulier fournie par le radar de Sembadel) permet une visualisation complète des événements, en particulier sur l'amont du bassin. Néanmoins, il reste des zones d'ombre sur certains bassins, notamment parmi les plus densément peuplés. L'analyse de la lame d'eau par les prévisionnistes du SPC se base sur la connaissance des réactions des bassins et l'expérience accumulée en prévision. Il est nécessaire pour le SPC d'avoir un référentiel unique pour la lecture des observations (et des prévisions), alors que les sources d'information sont multiples (pluviomètres au sol, image radar...). De ce fait, la calibration des lames d'eau radar par les pluviomètres bien positionnés pour l'usage du SPC (pluviomètres Météo-France et du SPC sur la crête ardéchoise) et bien connus par les prévisionnistes est nécessaire pour un usage optimal au SPC.

# Traitement de la donnée radar et modélisation hydrologique en moyenne et haute montagnes

L. Moulin<sup>1</sup>, O. Laurantin<sup>2</sup>, N. Gaussiat<sup>2</sup>, P. Tabary<sup>2</sup>, P. Bernard<sup>1</sup>, R. Garçon<sup>1</sup>

*1 : EDF-DTG*

*2 : METEO-FRANCE*

Pour les besoins relatifs au suivi et à la prévision hydro-météorologiques, EDF-DTG utilise en temps réel les données radar depuis environ 25 ans. Cela a commencé dès la diffusion sur METEOTEL de l'imagerie produite à partir du réseau ARAMIS. Mais, bien qu'intense, cette utilisation est restée très qualitative. En effet, de nombreux bassins versants présentant un intérêt pour EDF sont situés en montagne où les lames d'eau élaborées à partir de radars ont longtemps été réputées moins précises. Par ailleurs, en raison des enjeux liés à ces bassins versants, des réseaux propres d'observation au sol avaient été mis en place, retardant un peu plus le besoin de nouvelles lames d'eau pour l'hydrologie et la modélisation hydrologique en zone de montagne.

Récemment, plusieurs avancées significatives des travaux entrepris par METEO-FRANCE ont renouvelé les espoirs relatifs à l'utilisation quantitative des lames d'eau issues du radar pour l'hydrologie en zone de montagne. La première d'entre elles est la qualité de la lame d'eau de fusion ANTILOPE, disponible en temps réel et qui semble vraiment tirer parti des deux sources d'informations sur lesquelles elle se base. La seconde est l'élaboration de séries longues de données (REANALYSES), relativement homogènes avec les lames d'eau Antilope et qui, par la longueur de leur historique, permettent la calibration de modèles hydrologiques (et leur évaluation). Enfin, le déploiement d'un premier réseau de radars en bande X couvrant une zone de forts reliefs (projet RHYTMME) ouvre des espoirs pour des zones qui restaient pour l'instant très « imperméables » aux faisceaux radars.

Néanmoins, en haute montagne, la mise au point et la validation des lames d'eau précipitées selon les méthodes classiques est un problème. En effet, les pluviomètres ne sauraient fournir une référence absolue : très rares au-dessus de 2000m, ils y sont en outre exposés à des conditions météorologiques particulièrement difficiles dans des zones où leur représentativité spatiale est supposée plus limitée. Par contre, en altitude, les conditions hydrologiques (moindre déficit d'écoulement des pluies, concentration assez rapide d'une grande part de cet écoulement) semblent plus favorables pour réaliser des bilans hydrologiques. Ainsi, les données hydrométriques peuvent constituer un complément très intéressant pour critiquer ou valider les lames d'eau précipitées. Ceci revient schématiquement à contrôler les lames d'eau précipitées à partir des lames d'eau écoulées.

C'est pourquoi METEO-FRANCE et EDF ont décidé de joindre leurs efforts et de mettre leurs compétences respectives (mesure et traitement radar ; hydrométrie et modélisation hydrologique) au service d'un projet commun, visant à qualifier les lames d'eau en zone de montagne. Le projet prévoit d'aborder en parallèle des cas de difficultés variables. Les outils de qualification seront testés sur des bassins de moyenne montagne et de surface suffisante pour lesquels l'estimation de la lame d'eau précipitée est assez fiable. Ils pourront ensuite être utilisés dans des contextes plus difficiles.

On présente ici cette démarche à partir d'une première étude de cas : la confrontation des données de pluie et de débit pour un très haut bassin de moins de 20km<sup>2</sup> situé à la frontière espagnole lors des deux crues récentes d'octobre 2012 et juin 2013.

## **Exploitation des lames d'eau radar : retour sur 5 ans d'utilisation opérationnelle à la CNR**

B. Graff (CNR Ingénierie)

Après un rappel des principales missions de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), l'objectif de la communication est de présenter l'outil AEGIR (Application d'Exploitation et de Gestion de l'Imagerie Radar) et d'illustrer au travers d'exemples récents l'utilisation qui est faite de l'imagerie radar du point de vue d'un producteur d'énergie hydroélectrique. La CNR, avec l'appui de la société Alicime, a développé et mis en œuvre AEGIR depuis 2008. Les traitements et méthodes d'exploitation des lames d'eau radar seront rappelés ainsi que les principales fonctionnalités de l'application. Au travers de quelques exemples, nous présenterons comment les données radar sont intégrées au système d'information de la CNR et exploiter en temps réel pour la gestion des épisodes pluvieux sur les affluents du Rhône, en particulier sur les affluents montagneux et / ou à cinétique rapide.



## **Inter comparaison des mesures de précipitations au sol et radar sur les bassins versants pyrénéens touchés par la crue du 18 juin 2013**

D. Narbais-Jaureguy (SPC - GTL)

Le 18 juin 2013 la Garonne amont, la Neste d'Aure et du Louron ont été touchées par une crue proche de la centennale occasionnant de nombreux dégâts en particulier sur la commune de Saint-Béat. Le SPC Garonne Tarn Lot est chargé d'effectuer des prévisions sur trois stations de ces cours d'eau : Arreau (Neste d'Aure), Arreau (Neste du Louron) et Chaum sur la Garonne.

La connaissance des précipitations en cumuls mais aussi en intensités et en répartition spatiale, est essentielle sur ce type de bassin. On a pu ainsi mettre en évidence sur cet événement pluvieux et sur d'autres événements de ce type en flux de Sud une augmentation très importante des cumuls et des intensités de pluies avec l'altitude.

Pour cet épisode de crue le SPC disposait de plusieurs types de données : pluviomètres SPC et MF (essentiellement sur le piémont et en fond de vallée), pluviomètres EDF situés plus en altitude, lames d'eau radar Panthère et Antilope.

A l'occasion de la réalisation du retour d'expérience du SPC sur cette crue, une comparaison des mesures de précipitations au sol et radar a été menée afin d'évaluer l'intérêt pour le SPC d'utiliser en entrée de ses modèles, des lames d'eau Antilope ou Panthère temps réel pour améliorer les prévisions de hauteurs d'eau et de débits sur ces bassins.

## Ré-analyses pluviométriques dans les Cévennes : méthodologie et caractérisation des erreurs sur une gamme d'échelles patio-temporelles

G. Delrieu, B. Boudevillain, L. Bonnifait, L. Bouilloud, A. Confoland, D. Faure, P.-E. Kirstetter, A. Wijbrans  
Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement, Grenoble, France

Dans le cadre des activités de l'Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévennes-Vivarais (<http://www.ohmcv.fr>), une ré-analyse de pluie portant sur la période 2002-2012 est en cours de production au LTHE par fusion de données radar et pluviométriques. La région Cévennes-Vivarais, sujette à de fortes précipitations et des crues rapides, est l'une des principales zones cibles du projet international HyMeX (<http://www.hymex.org>) qui vise à étudier le cycle hydrologique dans le bassin méditerranéen avec un intérêt particulier pour les extrêmes hydrométéorologiques et leur évolution dans les prochaines décennies. Établir de longues séries d'estimations spatialisées des précipitations, associées à une description pertinente des erreurs, est essentielle dans ce contexte. Pour une fenêtre de 160 x 200 km<sup>2</sup> incluant les principaux bassins versants cévenols, les données radar et pluviométriques sont recueillies auprès de trois organismes opérationnels (Météo-France, Service de Prévision des Crues du Grand Delta et EDF / DTG). Trois produits sont élaborés, correspondant à différentes résolutions temporelles en fonction de l'amplitude des épisodes de pluie: (1) Produit 1: pour chaque jour de l'année, les cartes pluviométriques (1 km<sup>2</sup> de résolution spatiale, résolution de 24 heures) sont produites par krigeage ordinaire des pluviomètres disponibles; (2) Produit 2: pour une sélection des épisodes de pluie les plus intenses, les cartes radar (résolution spatiale 1 km<sup>2</sup>; résolution temporelle de 15 min à 1 heure) sont élaborées à partir des mosaïques radar de Météo-France impliquant 4 radars du réseau ARAMIS dans le domaine considéré (Bollène, Nîmes, Sembadel, Montclar), (3) Produit 3: pour ces mêmes épisodes, on procède enfin à la fusion des données radar et pluviométriques (résolution spatiale : 1 km<sup>2</sup>, résolution temporelle : 1 heure). Pour le produit 2, un traitement simple des données radar est effectué avec l'élimination des échos fixes résiduels et l'optimisation d'une relation Z-R « effective » s'appuyant sur les mesures pluviométriques quotidiennes, afin de rendre les produits 1 et 2 aussi cohérents que possible au pas de temps journalier. L'analyse critique des données pluviométriques est un élément clé de la procédure: elle est réalisée avec une technique géostatistique de validation croisée visant à détecter les mesures incohérentes avec celles des pluviomètres voisins. Pour le produit 3, le krigeage avec dérive externe (KED) est utilisé et systématiquement évalué (également par validation croisée) et comparé aux performances du krigeage ordinaire (OK) des pluviomètres horaires et des produits radar horaires (produits 2). On procède à des estimations ponctuelles (production de cartes) et également à des estimations de « bloc » pour un découpage des bassins versants en entités « hydrologiques » de taille sensiblement homogène (5, 10, 50, 100 km<sup>2</sup>...). En outre, une procédure est proposée et mise en œuvre pour quantifier de façon précise les variances d'estimation des produits obtenus par krigeage ordinaire et par krigeage avec dérive externe. Basé sur les 12 événements pluvieux du prototype de ré-analyse réalisé pour l'année 2008, on présentera les caractéristiques d'erreur d'estimation pour une gamme de d'échelles spatiales (1 - 100 km<sup>2</sup>) et temporelle (1 - 12 h).

## **Retours sur les difficultés rencontrées dans l'utilisation de lames d'eau radar en zones de montagne pour la prévision des crues**

M. Raymond (Egis Eau)

Que ce soit pour des études hydrauliques d'aménagement, règlementaires ou pour la prévision des crues, l'hydrologue chargé de la modélisation pluie-débit des épisodes de crue sur des parties montagneuses des bassins versants est souvent confronté à des difficultés pour l'estimation des pluies spatialisées. En effet, les postes pluviométriques sont souvent peu nombreux et/ou manquent de représentativité du fait de difficultés d'accès à certains sites, et la variabilité spatiale de la pluie (effets de versants, effets de relief) est donc souvent insuffisamment représentée par les postes pluviométriques.

Les images radar pourraient permettre une nette amélioration de la connaissance de la répartition spatiale de la pluie, cependant on connaît les difficultés des radars "classiques" en zones montagneuses, à cause des effets de masque dus au relief.

Les hydrologues des bureaux d'étude sont donc dans l'attente d'améliorations significatives de la qualité des images radar dans les zones montagneuses. Se posera également la question de la reconstitution de champs pluviométriques pour les crues passées.

Pour illustrer le sujet, des exemples concrets illustrant certaines difficultés rencontrées et les besoins seront présentés (notamment sur le bassin de l'Hérault amont).

## **Comparaison de lames d'eau avec et sans radar X sur PACA à travers le calage de modèles hydrologiques**

J. Pansu (SPC Med-Est), L. Marchand (Météo-France)

Météo-France a l'objectif de mettre en opérationnel prochainement une nouvelle mosaïque intégrant plusieurs radar X sur les Alpes du Sud et l'utilisation d'un estimateur de taux de pluie hybride (Marshall-Palmer et  $R-K_{DP}$ ).

Le SPC MedEst (Service de Prévision des Crues Méditerranée Est) souhaite quantifier l'apport opérationnel de cette nouvelle lame d'eau. Il est espéré une comparaison possible des qualités « hydrologiques » des différentes lames d'eau à travers les scores de calage de plusieurs modèles hydrologiques.

Il est choisi une douzaine d'événements récents (41 jours) ayant présenté des réactions hydrologiques importantes sur plusieurs bassins versants du territoire surveillé par le SPC MedEst. Pour ces événements, le CMR rejoue des lames d'eau avec le post-traitement qui va être mis en opérationnel. Sur ces mêmes épisodes un jeu est également fait des lames d'eau antilope (utilisation de la version 2 mise en opérationnelle en été 2013).

Une première comparaison des différentes lames d'eau radar et ANTILOPE actuelles et futures, avec et sans les radars en bande X est faite à partir des cumuls 24h des pluviomètres d'observateurs car ces derniers sont absents de l'élaboration de toutes ces lames d'eau.

La seconde comparaison correspond au calage de modèles 1D de type GR sur des pluies de bassin moyenne et de 2 modèles spatialisés (pas spatio/temporel de  $1\text{km}^2/1\text{h}$ ) également utilisées par le réseau du SCHAPI (SCS/Marine).

Dans le choix de bassins envisagés se trouvent des bassins de montagne nécessitant une prise en compte de la problématique neige.

# Projet **RHYTMME** : Plateforme de services pour l'anticipation des risques en territoires de montagnes et méditerranéens, basée sur le déploiement d'un réseau de radars en bande X dans les Alpes du Sud. Premiers retours des utilisateurs.

**Patrice MERIAUX, Pierre JAVELLE**

Irstea Aix-en-Provence

CS 40061 13182 Aix-en-Provence Cedex 5

e-mail : [patrice.meriaux@irstea.fr](mailto:patrice.meriaux@irstea.fr), pierre.javelle@irstea.fr

**Frédéric ATGER**

Météo-France

2 Boulevard Château Double 13098 Aix-en-Provence Cedex 2

e-mail : frederic.atger@meteo.fr

**Pierre TABARY**

Météo-France

42 Avenue G. Coriolis 31057 Toulouse Cedex 3

e-mail : [pierre.tabary@meteo.fr](mailto:pierre.tabary@meteo.fr)

**Jean-Luc DEHERRIPONT**

SNCF – Infra Ingénierie

6 Avenue François Mitterrand 93574 La Plaine-Saint-Denis Cedex

e-mail : [jean-luc.deherripont@sncf.fr](mailto:jean-luc.deherripont@sncf.fr)

**Céline DE SAINT-AUBIN**

DGPR - SCHAPI

42 av Gaspard Coriolis, 31057 Toulouse Cedex 1

e-mail : celine.desaint-aubin@developpement-durable.gouv.fr

## Résumé étendu

Une centaine de communes des trois départements alpins de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur sont exposées aux cinq risques naturels suivants : crues éclairs, laves torrentielles, mouvements de terrain, avalanches et feux de forêts, et les quelque 1000 communes de la région par au moins l'un de ces cinq risques.

L'occurrence et l'intensité de ces aléas montagnards ou méditerranéens dépendent plus ou moins directement de la quantité et de la nature des précipitations. Or, sur l'arc alpin français, la visibilité des radars hydrométéorologiques du réseau national ARAMIS<sup>1</sup> est considérablement réduite par les effets de masque du relief des Préalpes.

Dans ce contexte, le projet RHYTMME<sup>2</sup>, piloté conjointement par Météo-France et Irstea et démarré en 2008, prévoit :

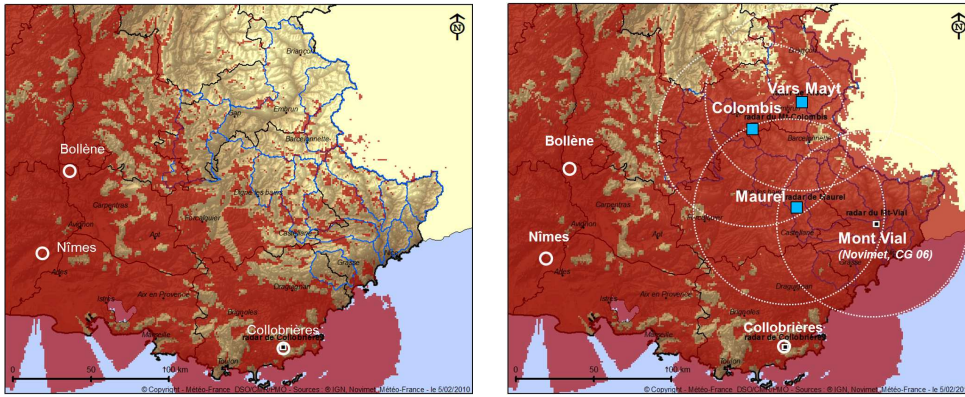
- de compléter le réseau de radars existant par le déploiement dans les Alpes du Sud de radars de nouvelle technologie (radars Doppler polarimétriques en bande X) ;
- de développer, en « aval » de ce réseau, une plateforme de services pour l'anticipation des aléas naturels hydrométéorologiques, à destination des gestionnaires du risque (collectivités territoriales, services de l'Etat, gestionnaires d'infrastructures publiques, ...).

Cette communication présentera, dans une première partie, l'état d'avancement du projet, dont la phase d'équipement vient de s'achever avec l'entrée en service d'un troisième radar en bande X (radar de Vars-Mayt dans le nord des Hautes-Alpes, à proximité du massif du Queyras). Grâce à cette dernière installation, le territoire de la région PACA dispose désormais d'une couverture radar optimale que l'on peut comparer avec ce qu'elle était au démarrage du projet (cf. figures 1a et 1b ci-après). Le projet RHYTMME a également permis des avancées R&D majeures dans le traitement du signal des radars en bande X et les trois radars du projet seront prochainement intégrés dans la chaîne opérationnelle de Météo-France.

---

<sup>1</sup> ARAMIS : Application Radar à la Météorologie Infra-Synoptique (réseau opérationnel de radars de Météo-France)

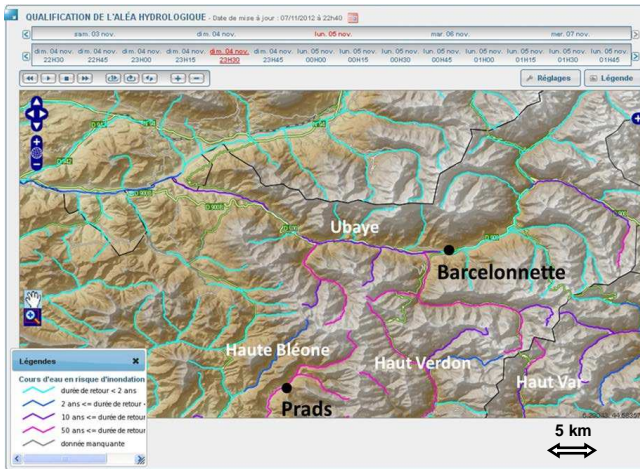
<sup>2</sup> Risques HYdrométéorologiques en Territoires de Montagnes et MEditerranéens.



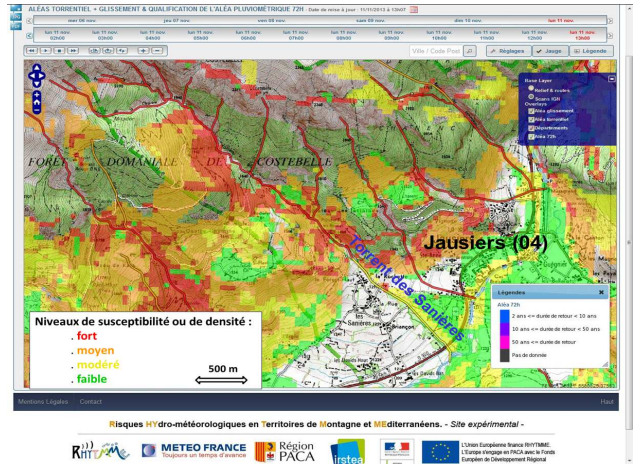
**Figures 1a et 1b** – Couverture radar simulée dans le sud-est de la France : à gauche (fig. 1a), avant 2008 ; à droite (fig. 1b), après l’entrée en service du radar de Vars-Mayt (fin 2013). Les zones d’indice de qualité-radar supérieur à 84 (sur une échelle d’indices allant de 0 à 100) sont figurées en couleur rouge et la position des trois radars « RHYTMME » est soulignée figure 1b par un symbole carré bleu.

Les lames d’eau radar nourrissent en temps réel une plateforme logicielle - appelée plateforme de services - mettant à disposition, via une interface Web dotée d’une panoplie complète de fonctionnalités géographiques, différents types de cartes d’informations ou d’avertissements, soit pour l’essentiel :

- lames d’eau au pixel de 1 km<sup>2</sup> pour des profondeurs de cumul allant de 5 minutes à 2 mois ;
- qualification au km<sup>2</sup> de l’intensité de l’aléa pluviométrique pour les cumuls d’1 h à 72 h ;
- qualification, pour 5 300 bassins versants de superficie supérieure à 10 km<sup>2</sup>, de l’intensité de l’aléa de crues (cf. figure 2a ci-dessous) ;
- carte de susceptibilité au déclenchement et à la propagation des laves torrentielles pour 60 000 tronçons de torrent des trois départements sud-alpins (cf. figure 2b ci-dessous) ;
- cartes d’aléa de glissements de terrain (cf. figure 2b) et de chutes de blocs, à la résolution hectométrique pour tout le territoire PACA, élaborées par le CEREMA Aix-en-Provence.



**Figure 2a** – Carte de qualification de l’aléa de crues dans la région de Barcelonnette (04), le 4/11/2012 à 23h30. (d’après copies d’écran de la plateforme RHYTMME)



**Figure 2b** – Superposition des cartes de susceptibilité aux laves torrentielles et d’aléa de glissements de terrain, dans la région de Jausiers (04).

L’originalité de ce projet est d’avoir associé très en amont les futurs utilisateurs de la plateforme de services puisque, depuis novembre 2011, un groupe d’une vingtaine de structures (une quarantaine aujourd’hui), représentatif des gestionnaires du risque en montagne, teste les premiers services d’avertissement temps réel mis à disposition.

Aussi, dans une seconde partie de la communication, un premier retour d’expérience sera présenté, sur la base d’une récente enquête de satisfaction, initiée par le SCHAPI. Enfin, une des structures expérimentatrices – en l’occurrence la SNCF, qui gère un réseau de quelque 1000 km de lignes ferroviaires régionales, exposées plus ou moins fortement aux aléas naturels – témoignera des apports des services d’anticipation des crues soudaines, en s’appuyant sur l’analyse d’événements pluvieux récents et de leurs conséquences.

### Remerciements

Les auteurs et leurs organismes de rattachement tiennent à remercier l’Union Européenne, la Région Provence-Alpes-Côte d’Azur et le Ministère en charge de l’Ecologie pour leur soutien financier au projet RHYTMME, ainsi que les nombreux organismes et personnes impliqués dans le projet, notamment au sein du club-expérimentateurs.



## Troisième édition du forum RADAR – 6 novembre 2013

### L'imagerie RADAR au service de la gestion opérationnelle des ressources en eau à la CACG

La CACG a été créée en 1959 afin de favoriser **l'essor du territoire à travers le développement et la gestion des ressources en eau**. Elle exploite actuellement une centaine d'ouvrages hydrauliques permettant l'irrigation de 150 000 ha de terres cultivées pour près de 10 000 clients agricoles et l'alimentation en eau potable de 280 000 habitants.

**L'information « pluie » est fondamentale pour la CACG** car elle permet de limiter les lâchers depuis les barrages en vue de conserver un stock d'eau suffisant pour la fin de la campagne estivale : plus la donnée « pluie » est pertinente, plus sûre est la gestion des ressources en eau et des besoins qui en découlent (débits des cours d'eau, prélèvements pour les activités humaines).

La gestion opérationnelle des ressources en eau à la CACG s'appuie sur la **technologie RADAR depuis près de 10 ans**. Cette technologie est venue renforcer l'approche historique basée sur l'exploitation de données pluviométriques ponctuelles, approche qui posait des problèmes de représentativité, de qualité des mesures et de transmission des informations. Aujourd'hui, la technologie RADAR permet d'exploiter **des informations robustes, régulières et détaillées dans l'espace** : nous pouvons donc travailler par sous-bassin versant et optimiser ainsi la manœuvre de nombreuses vannes de gestion des lâchers quelques heures seulement après la fin de l'épisode pluvieux. Cela se traduit par une anticipation des actions de gestion par rapport aux pratiques historiques et donc des économies de ressources qui sécurisent la fin des campagnes estivales.

La CACG travaille actuellement à l'intégration de ces données RADAR pour **transformer cette connaissance fine du passé en prédiction fiable de l'avenir**. Ainsi, les données RADAR vont permettre d'une part d'optimiser le conseil à l'irrigation à **l'échelle des parcelles agricoles** et de fiabiliser les prévisions d'irrigation à **l'échelle des bassins versants** gérés (fournies par des modèles intégrant la donnée pluviométrique ou par des déclarations d'intention qui seront d'autant plus fiables que le conseil aura été pertinent). D'autre part, la transformation des pluies du passé en débits naturels (via des modèles hydrologiques) permettra de mieux prévoir les débits du futur et de simuler ainsi divers scénarios de gestion des ouvrages hydrauliques en vue d'une optimisation toujours plus grande des lâchers.

Grâce à la technologie RADAR, **la CACG sécurise les stocks de ressources en eau** pour garantir sa disponibilité pour l'environnement et les usages humains.

# **Apport du radar pluviométrique en entrée d'un modèle agronomique de maladie du blé**

O. Deudon<sup>1</sup>, M. Regimbeau<sup>2</sup>, G. Pigeon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Arvalis Institut du végétal, Service Systèmes d'Information et Méthodologies, Boigneville

<sup>2</sup> Météo France, Direction de la production – Agrométéorologie, Toulouse

La septoriose est l'une des principales maladies fongiques du blé. Favorisée par des conditions printanières humides, cette maladie peut entraîner d'importantes pertes de rendement. Sa nuisibilité moyenne interannuelle est de 17 q/ha mais les dégâts peuvent s'élever jusqu'à 50 % dans les situations les plus exposées. Arvalis – Institut du végétal a développé l'outil d'aide à la décision Septo-LIS® basé sur un modèle agro-climatique qui simule l'évolution de la septoriose et permet de prédire de manière quotidienne la date optimale de premier traitement. En plus des paramètres agronomiques, ce modèle tient compte des observations et des prévisions météorologiques. Traditionnellement, l'estimation du risque septoriose pour un site donné est calculée avec les mesures de la station météorologique la plus proche parfois éloignée de plusieurs dizaines de kilomètres et pour laquelle le cumul pluviométrique peut être significativement différent. Ainsi, une étude a été menée sur une période de 3 mois en 2009 dans un rayon de 150 km autour du radar de Trappes (Yvelines) pour évaluer l'apport des données radar au plus proche du site. Il apparaît que l'utilisation de ces données est plus pertinente que la méthode traditionnelle d'estimation de la pluviométrie avec la station la plus proche.



Organisé par

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

## **Direction générale de la prévention des risques**

Service des risques naturels et hydrauliques

Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations

42, avenue G. Coriolis

31057 Toulouse Cedex 1

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

et

## **Météo-France**

Direction des Systèmes d'Observation

42, avenue G. Coriolis

31057 Toulouse Cedex 1

[www.meteofrance.com](http://www.meteofrance.com)

Création graphique Nicolas Naudet

DT/SCP/COM

© Météo-France 2010

Crédit image

Cumul de précipitation radar sur l'année 2013  
à partir des mosaïques lame d'eau radar 5 minutes

DSO/CMR/PMO

© Météo-France 2013