



Résumés des présentations



Réseau et produits radar : situation actuelle et perspectives (2012-2016)

J.-L. Champeaux et P. Tabary (Météo-France, DSO/CMR)

1. Le réseau radar

En France comme à l'étranger on a observé sur les deux dernières décennies un accroissement très important du nombre de radars, de produits radar et d'utilisateurs. Ainsi, le réseau de radars métropolitains opérationnels ARAMIS est-il passé de 13 radars en 1995, à 18 en 2002 (projet Arc Méditerranéen) et 24 en 2006 (projet PANTHERE). A l'avenir, si le planning de déploiement est respecté sur la période 2012 – 2016, on devrait arriver en 2016 à un réseau d'une trentaine de radars en métropole.

Le nouveau Schéma Directeur de l'Observation qui vient d'être validée par la Direction Générale de Météo-France retient la conclusion suivante :

« Le rythme de renouvellement du réseau ARAMIS doit être revu afin de permettre le remplacement des 14 radars classiques en radars polarimétriques à horizon de 10 ans. Cela nécessitera un effort de financement important pour l'établissement et un partenariat étroit avec la DGPR. S'inspirant du retour d'expériences du projet RHYTMME, des radars X pourront venir en complément du réseau ARAMIS dans les zones montagneuses ou dans les zones mal couvertes par le réseau actuel. »

Le COP 2012-2016 ainsi que la prochaine convention MF/DGPR vont permettre d'engager un programme de renouvellement d'un nombre important de radars (8 radars bande C) et d'installations de sites complémentaires équipés de radars en bande X (4) pour combler les zones où la visibilité radar est médiocre; le renouvellement des radars permettra de poursuivre l'introduction de la double-polarisation démarrée dans le cadre du projet PANTHERE avec des bénéfices très significatifs en terme d'amélioration des produits existants et de nouveaux produits. Ce nouveau programme est baptisé PUMA, pour Programme plUri-annuel de Modernisation du réseau Aramis.

Le dossier d'avant-projet de PUMA a permis de:

- Actualiser les besoins de Météo-France et de la DGPR
- Faire un état de l'offre radar actuelle au niveau industriel
- Mener les études techniques préalables à de nouvelles innovations technologiques pouvant nous intéresser (récepteur sur ou sous l'antenne, magnétron ou klystron, antenne à balayage électronique, radome semi-aléatoire)
- Etablir le plan de renouvellement et d'installation de nouveaux sites compatible avec la programmation budgétaire sur la période 2012-2017

Parallèlement à ces perspectives en terme de réseaux radar, des scores annuels et trimestriels de validation de la lame d'eau versus les cumuls du réseau pluviométrique montrent l'amélioration continue de la lame d'eau radar de 2007 à 2011.

Le réseau pluviométrique de Météo-France temps réel est composé du réseau propriétaire RADOME et de réseaux en partenariat, notamment pour la prévision des crues ou l'assistance pour les feux de forêts. En complément de ces réseaux Météo-France reçoit les données d'autres organismes dans le cadre de conventions d'échange (données d'EDF, des réseaux propres des SPC ...).

Les principales évolutions prévues sont :

- la sécurisation de la concentration des données et le renouvellement des stations automatiques (projet PACOME qui concerne à la fois la mise en place d'une concentration nationale à partir de 2012 et de nouvelles stations automatiques à partir de 2014),
- l'extension du réseau RADOME avec une trentaine de stations supplémentaires (cible 585 stations),
- la poursuite du partenariat avec la DGPR pour l'extension du réseau pour la prévision des crues (en complément des 105 stations SALAMANDRE, environ 180 sites de mesure seront pérennisés ou créés d'ici 2016).

Au delà des réseaux temps réel, le réseau climatologique en temps différé vient compléter la couverture du territoire (environ 2500 postes tenus par des bénévoles mesurant les précipitations quotidiennes).

2. Les produits radar :

En France comme à l'étranger on a observé sur les deux dernières décennies un accroissement très important du nombre de radars, de produits radar et d'utilisateurs. Ainsi, le réseau de radars métropolitains opérationnels ARAMIS est-il passé de 13 radars en 1995, à 18 en 2002 (projet Arc Méditerranéen) et 24 en 2006 (projet PANTHERE). A l'avenir, si le planning de déploiement est respecté sur la période 2012 – 2016, on devrait arriver en 2016 à un réseau d'une trentaine de radars en métropole. En parallèle à cette densification, un certain nombre d'évolutions technologiques ont eu lieu sur les radars opérationnels français ces dix dernières années. On peut citer entre autres:

- mise en place de magnétrons co-axiaux, qui a ouvert la voie à la Doppler-isation du réseau radar, menée essentiellement entre 2002 et 2008 en métropole, puis étendue à l'outremer,
- mise en place de variateurs permettant, sur les radars les plus anciens, une exploration volumique (3D) de l'atmosphère,
- mise en place en métropole et outre-mer d'un calculateur radar « maison » CASTOR2,
- évolution vers la diversité de polarisation, avec une dizaine de radars équipés en 2011 et l'objectif d'avoir tout le réseau métropolitain équipé à l'horizon 2020,
- introduction, dans le cadre du projet RHTYMME, des radars polarimétriques en bande X en tant que compléments de réseaux,

La densification du réseau et les évolutions technologiques visent à 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'expérience montre que pour être en capacité de répondre aux nouveaux besoins, il est nécessaire de mener en permanence une veille technologique et scientifique et d'entretenir et de développer une offre, ce qui peut justifier d'investir ponctuellement sur de la recherche amont, en interne ou en collaboration avec des laboratoires. Les nouveaux produits résultent ainsi toujours d'un croisement entre une offre et un besoin, au terme d'un dialogue ouvert et constructif avec les utilisateurs.

Sur la période 2002 – 2011 un certain nombre de nouveaux traitements, produits ou logiciels ont ainsi été développés puis déployés (la liste est loin d'être exhaustive !) :

- une nouvelle lame d'eau, disponible 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;
- 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 ;
- un centre de concentration et de compositage des données radar européennes (OPERA Data Centre ou Odyssey), développé sous l'égide d'EUMETNET/OPERA en collaboration avec le service météorologique anglais (UK Met Office);
- une première chaîne de traitement polarimétrique, implantée sur les calculateurs CASTOR2, permettant une correction de l'atténuation par les précipitations et une meilleure élimination des parasites,
- des champs de réflectivité 3D à basse résolution (15 minutes – 2.5 km²) couvrant le territoire français et permettant une caractérisation 3D des systèmes précipitants ;

Les efforts vont bien sûr se poursuivre sur la période 2012 – 2016 avec les objectifs suivants (échelonnés dans le temps) :

- mise en place opérationnelle d'une mosaïque nationale de cisaillement à haute résolution permettant une meilleure caractérisation de la sévérité des systèmes convectifs (rafales sous orages) ;
- 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 ;
- mise en place opérationnelle d'un produit 3D à haute résolution (5 minutes, 1 km²) 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 ;
- mise en place opérationnelle d'une mosaïque nationale « grêle au sol » à haute résolution tirant parti au mieux de manière dynamique des champs radar 3D (Echo Tops 45 dBZ) et des types d'hydrométéores issus de la polarimétrie ;

Ces développements de nouveaux produits opérationnels sont portés à Météo France par une équipe d'une douzaine de personnes au sein du Centre de Météorologie Radar (CMR), équipe régulièrement renforcée par des chercheurs post-doctorants et travaillant en étroite collaboration avec de nombreux services de Météo France (DPREVI, CNRM, DSI, DCLIM, ...) ainsi qu'avec les bureaux d'étude et laboratoires du domaine en France et à l'étranger. En parallèle aux développements opérationnels seront menés un certain nombre d'études et de travaux de soutien dont :

- études préparant la mise en place opérationnelle des mesures de réfractivité, restituées à partir de la mesure de la phase de l'onde radar sur les échos fixes, permettant une meilleure initialisation des contenus en humidité du modèle numérique ;
- études d'amélioration, au travers d'une spatialisation et / ou d'un calcul plus fréquent, de la procédure d'ajustement temps-réel des lames d'eau radar par les pluviomètres ;
- soutien à l'amélioration de la qualité des produits radar issus des radars outremer, en phase avec la mise en place des cellules de veille hydrologiques,
- soutien aux modélisateurs du CNRM sur l'assimilation des données radar européennes, en phase avec le développement de l'AROME-PI couvrant le domaine FABEC ;
- 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) ;
- contribution à la spécification de la composante radar du système d'observation d'aérodrome de référence ;

Pour terminer, le domaine des radars météorologiques étant en constante évolution tant sur le plan technologique (émergence des émetteurs à état solide et des antennes à balayage électronique)

qu'algorithmique (analyses spectrales polarimétriques, sur-échantillonnage, ...) et on sait déjà que la période post-2016 sera riche de nouveautés et d'améliorations pour les utilisateurs !

Développement d'un système de surveillance pour la prévision des risques de débordement en milieu urbain et l'aide à la gestion des réseaux d'assainissement utilisant la diversité de polarisation

G. Binet (Safège), D. Renaudet (Safège), F. Morillo (Safège), C. Save (Météo-France)

Les conséquences des événements pluvieux sur la gestion et le fonctionnement des systèmes d'assainissement sont multiples : risques de débordements en cas d'orage, rejets au milieu naturel, sollicitation des ouvrages de stockage et de traitement, etc. La mise en œuvre de mesures de prévention et de gestion adaptées repose sur la capacité des gestionnaires à pouvoir anticiper l'impact de ces événements.

Pour répondre à ce besoin, SAFEGE et METEO FRANCE ont élaboré un nouveau service de prévision spécifiquement adapté aux systèmes d'assainissement. Ce service est destiné à fournir aux gestionnaires de réseaux des informations en temps réel – c'est à dire avec une fréquence de rafraîchissement courte de l'ordre de quelques minutes – sur les risques de débordement du réseau et plus généralement sur toutes les conditions de fonctionnement du système d'assainissement. Il repose sur 5 composantes principales :

- ✓ des prévisions pluviométriques locales à échéance 24 heures, obtenues en combinant les lames d'eau observées à haute résolution spatiale qui bénéficient des avancées technologiques permises par la diversité de polarisation, des lames d'eau advectées jusqu'à un horizon d'une heure et des cumuls de précipitation horaires à l'échelle communale sur l'horizon lointain (1 heure à 24 heures).
- ✓ Une production personnalisée de la lame d'eau pour chacun des bassins versants définis par les gestionnaires de réseaux, issue de l'expertise croisée de SAFEGE et METEO-FRANCE.
- ✓ la mise en œuvre d'un modèle numérique de réseau d'assainissement permettant de calculer les niveaux d'eau et débits en tout point du système, puis de générer des alarmes en cas de dépassement de seuils critiques.
- ✓ des interfaces permettant de mettre à disposition de l'opérateur des informations synthétiques et directement exploitables de manière opérationnelle.
- ✓ un système de diffusion automatisé d'alarmes selon des groupes de diffusion, notamment un service de prévision conseil (production de bulletins de prévision expertisée qui accompagne l'outil disponible via extranet et l'accès par téléphone aux prévisionnistes de proximité qui sont en mesure d'expliquer et préciser les informations transmises par ailleurs).

Les résultats ainsi mis à disposition permettent à l'opérateur utilisateur du système :

- ✓ d'anticiper sur les conséquences des événements pluvieux et notamment de prévoir les situations de crise

Utilisation des lames d'eau radar pour l'analyse de l'événement orageux du 02/08/2011 sur la Communauté Urbaine de Bordeaux.

J.Schoorens (Lyonnaise des eaux), M. Ahyerre (communauté urbaine de Bordeaux)

Après une rapide description du réseau d'assainissement de la CUB, des outils de surveillance météorologique et des outils de pilotage, une présentation du déroulement de l'événement exceptionnel du 02/08/2011 sera réalisée. Cette présentation se focalisera sur :

- Le déclenchement de l'alerte et le déploiement des équipes d'astreintes
- Le suivi météorologique au cours de l'événement et l'impact des précipitations sur le fonctionnement du réseau
- Les critères de vidange du réseau et de levé d'alerte

Dans une deuxième partie de l'exposé, il est proposé de présenter les lames d'eau radar fournies par deux produits élaborés. Cette présentation s'appuiera sur des comparaisons entre la mesure des pluviographes au sol et les informations contenues dans chaque pixel correspondants. Cette partie de l'exposé permettra notamment d'aborder les perspectives futures en termes de développement d'outils de gestion et d'optimisation du réseau en tenant compte des performances actuelles proposées par les lames d'eau radar du marché.

Les indicateurs de dépassement de seuil : une aide à la mobilisation des équipes de gestion des réseaux d'assainissement de LMCU

C. Mouillet, G. Géry (Lille Métropole Communauté Urbaine – Veille Hydraulique et Météorologie) A. Thévenet-Leprevost, A. Kapfer (RHEA)

Dans le cadre de la lutte contre les inondations, la Direction de l'Eau de la Communauté Urbaine de Lille se dote d'un Système d'Alerte Météorologique et HYdrologique (SAMHY). Ce système d'alerte s'inscrit dans une démarche générale dont les objectifs sont :

- ✓ à court terme, ne plus subir les inondations mais pouvoir anticiper les événements pluvieux pour permettre la mise en sécurité et la mise en vigilance du personnel et des agents d'exploitation de la direction,
- ✓ à moyen terme, optimiser les systèmes d'assainissement en réalisant une gestion dynamique des réseaux.

Le système d'alerte est défini par 3 niveaux de surveillance :

- ✓ surveillance normale (état normal),
- ✓ surveillance accrue (état de vigilance), entraînant le report de certaines interventions sur le réseau et la vérification des ouvrages clefs pendant une crise,
- ✓ surveillance continue (état d'alerte), entraînant le déplacement des équipes sur les secteurs touchés et l'intervention sur les ouvrages en cas de dysfonctionnements.

Classiquement, la question se pose des informations utilisées par l'agent de surveillance pour déclencher le passage au niveau de surveillance continue. Elles doivent être suffisamment précises pour limiter les fausses alarmes et éviter les alarmes manquées. Le choix de LMCU s'est porté sur la mise en œuvre du service CALAMAR2 intégrant la fonction d'indicateurs de dépassement de seuil des quantités de pluie prévue sur la durée du temps de réponse (pouvant être de 15 minutes) au cours de l'heure qui vient. Ces seuils sont fixés par LMCU en déterminant grâce aux modèles de simulation les quantités de pluie qui produisent des mises en charge, et donc un stress important des réseaux.

Un atelier a permis de rejouer des pluies réelles afin de déterminer les délais d'anticipation permis par les informations de dépassement de pluie prévue produites par CALAMAR et de s'assurer que ces délais étaient compatibles avec le déplacement des équipes sur les secteurs et les ouvrages touchés, déplacement devant se produire avant que la pluie ait atteint le niveau de mise en charge.

Cette communication présentera le principe de fonctionnement des indicateurs et la procédure de calage des seuils, ainsi que les résultats obtenus suite au traitement des données du radar d'Abbeville par l'application CALAMAR2 lors de l'atelier, notamment les instants de transmission des alarmes à l'agent de surveillance et les écrans de l'interface du logiciel utilisateur CALAMAR2 qui lui permettent de déclencher le niveau de surveillance continue.

Gestion des crues sur Saint Etienne Métropole

M. Raymond (Egis Eau), N. Peyron (Egis Eau), S. Martinoni (Météo France), A. Magnouloux (Météo France), F. Alfonsi (CS), F. Delorme (Saint Etienne Métropole), D. Perratone (Saint Etienne Métropole)

Saint Etienne Métropole (SEM) a lancé en janvier 2009 une mission de définition et de mise en œuvre d'un dispositif d'alerte aux crues sur les bassins versants du territoire de la communauté d'agglomération qui comprend 40 communes réparties sur 3 bassins versants : le Giers, le Furan et l'Ondaine.

Le groupement Egis Eau – Météo France – CS a été retenu pour concevoir et développer le système SAPHYRAS (Système d'Alerte et de Prévision Hydrologique Radar pour l'Agglomération Stéphanoise.) qui est dédié à SEM.

L'un des objectifs principaux du système est de déterminer avec une anticipation maximale le dépassement de différents seuils de débordement des rivières associés à des zones à enjeux.

Pour répondre aux fortes contraintes liées à la rapidité des crues sur les cours d'eau de SEM, SAPHYRAS exploite au mieux l'ensemble des informations temps réel disponibles à différentes échelles et échéances, notamment au travers de la lame d'eau radar produite par Météo-France.

Plus particulièrement, SAPHYRAS se base sur les niveaux suivants :

- **Vigilance** : à l'échelle des bassins versants, le risque de crue est évalué sur la base des prévisions de précipitation Météo France à échéance 24 heures et de l'indice d'humidité des sols.
- **Pré-alerte et alerte** : à l'échelle de la commune, sur la base de hauteurs d'eau observées ou prévues par le modèle.

Une modélisation pluie-débit est mise en œuvre en temps réel en utilisant en données d'entrées les lames d'eau radar Météo France, les indices d'humidité des sols et les hauteurs d'eau observées en rivière. Les seuils d'alerte sont définis en débit et hauteur d'eau, en différents points caractéristiques des cours d'eau. Ces seuils sont utilisés par les communes pour gérer les actions du plan communal de sauvegarde.

Le système a été installé en juin 2010. Un retour d'expérience sera présenté.

Variabilité spatio-temporelle des précipitations aux échelles de l'hydrologie urbaine

I. *Emmanuel, H. Andrieu, B. Flahaut, (Ifsttar) E. Leblois (Cemagref)*

L'influence de la variabilité spatiale de la pluie sur la modélisation hydrologique pluie-débit est un sujet de recherche actif, comme en témoigne la littérature abondante publiée ces dernières années. Les petits bassins versants urbains peuvent être sensibles à la variabilité spatio-temporelle des précipitations. Afin de mieux comprendre le lien existant entre la variabilité de la pluie et la réponse hydrologique des bassins versants urbains, une connaissance détaillée des champs pluvieux apparaît donc utile. Les images de précipitation mesurées par radars météorologiques, caractérisées par une haute résolution spatio-temporelle, semblent un outil tout à fait adapté pour mener à bien des investigations poussées sur ce sujet. Dans cette optique, 24 périodes pluvieuses ont été analysées selon une approche géostatistique. Cette analyse s'est centrée sur la variogramme de la Pluie Non Nulle. Les périodes pluvieuses considérées ont été enregistrées entre mai et novembre 2009, par le radar météorologique de Treillières. Ce radar bande C est situé à 10 km au Nord de Nantes (France). Il fournit des images radar de haute résolution spatiale (250 x 250 m²) et de résolution temporelle instantanée. Cette étude a permis de mettre en évidence quatre types de structures pluvieuses présentant des échelles très différentes de variabilité. Ce travail a montré que les images radar de résolution fine permettaient de capturer des petits amas pluvieux intenses et fortement variables. Ces résultats pourront être utilisés afin d'étudier l'influence de la variabilité de la pluie sur la variabilité des débits au niveau de bassins versants urbains. Couplés à l'analyse des variogrammes d'indicateur, ces résultats pourront être également utilisés à des fins de modélisation de champs pluvieux.

Utilisation des données radar de précipitation pour la simulation et la prévision des crues – Diagnostic à l'échelle nationale sur un large échantillon de bassins versants

F. Lobligeois et V. Andréassian (Cemagref, Antony)

Le radar météorologique fournit aujourd'hui des mesures de précipitations qui peuvent être transmises aux utilisateurs en temps réel. Un avantage de ces données par rapport aux données ponctuelles au sol est leur couverture spatiale, qui permet de caractériser finement la variabilité spatiale des événements. Cependant, malgré les progrès réalisés ces dernières années, il faut reconnaître que l'utilisation des données quantitatives de précipitations radar pour la prévision hydrologique nécessite encore des travaux de recherche approfondis.

Météo-France, en étroite collaboration avec les laboratoires de recherche et les services opérationnels du domaine, a lancé un projet national pour mettre en place une base de données de précipitations, exploitable pour les applications hydrologiques. L'objectif est d'obtenir à partir de toutes les sources de données disponibles (radars, pluviomètres, etc.) la meilleure estimation possible des cumuls de précipitation en tout point du territoire métropolitain. Ces travaux de ré-analyse ont permis à Météo-France de produire une base de données de précipitation très complète et unique, avec une résolution kilométrique sur l'ensemble du territoire métropolitain et un pas de temps horaire sur une durée de dix ans (1997-2006).

Les travaux de recherche présentés ici visent à exploiter cette base de données pour des applications hydrologiques de simulation et de prévision des crues. Ils sont réalisés dans le cadre d'une thèse débutée en janvier 2011 au Cemagref d'Antony.

Il s'agit dans un premier temps d'étudier l'impact de la variabilité spatiale des précipitations sur les simulations des crues et de quantifier les améliorations apportées par les radars. Pour cela, nous avons constitué un large échantillon de 181 bassins versants répartis sur le territoire et présentant des conditions hydrométéorologiques très variées.

Sur chaque bassin, nous évaluons la qualité des simulations de débit fournies par un modèle hydrologique en considérant diverses entrées : (i) données pluviométriques issues des pluviomètres seuls ; (ii) données pluviométriques ré-analysées issues des pluviomètres et des radars. De plus, deux approches de modélisation hydrologique (l'une globale et l'autre distribuée) sont testées.

Les modèles sont évalués dans un premier temps en simulation. L'intérêt de l'information radar est quantifié en termes d'amélioration de la qualité des simulations des débits à l'exutoire des bassins, en considérant les deux types d'entrées. Les premiers résultats de ces travaux seront présentés.

Validation locale du risque mildiou sur vigne modélisé via la technologie radar de météo France

M. Raynal, C. Debord, S. Guittard, M. Vergnes (IFV Bordeaux Aquitaine)

Depuis plus d'une trentaine d'années, l'Institut français de la Vigne et du Vin (IFV), travaille sur les outils d'aide à la décision de traitement ; l'objectif est de prévoir les risques de développements épidémiques des principales maladies sur le vignoble pour, si possible, diminuer les intrants chimiques et mieux respecter l'environnement.

La pluie et la température sont les principaux facteurs conditionnant le développement des maladies ; ce travail de prévision repose donc sur une analyse climatique effectuée par les modèles de comportement épidémique Potentiel Système de la SESMA, qu'exploite l'IFV. Ces modèles sont maintenant exploités en routine dans de nombreux vignobles, sur lesquels ils délivrent, à partir des réseaux de stations météo, une estimation des risques épidémiques majeurs.

Pour assurer la validation spatiale des informations ainsi délivrées, et offrir à la profession viticole une information pertinente se rapprochant de l'échelle de l'exploitation viticole, l'IFV a initié depuis cinq ans un programme de spatialisation fine des informations météo.

La technologie radar couplée à l'assimilation de données de stations météo au sol permet à Météo France de fournir une estimation des pluies à la maille du kilomètre. L'expérience de 2007 nous a montré l'aptitude du modèle Potentiel Système Mildiou à discriminer des foyers d'attaques de mildiou sur des orages très localisés. En l'absence de témoins non traités déployés sur ou autour du secteur considéré, il n'a pas été possible de vérifier la pertinence de ces informations. Un protocole d'observation spécifique, par enquête sur des parcelles viticoles en production, a donc été élaboré.

La nuit du 9 au 10 mai 2010, la carte des pluies Antilope montre un cumul de 78 mm sur les communes de Saint-Estèphe et Braud-et-Saint-Louis. Deux mois après, début juillet, le modèle Mildiou indiquait un fort niveau d'attaque nettement délimité sur ces communes : 3 zones distinctes et localisées développent une Fréquence Théorique d'Attaque (FTA) de mildiou à plus de 90% au début du mois de juillet.

Ce résultat observé pour la première fois en 2010, montre ainsi la pertinence du couplage des systèmes radar de localisation fine des pluies aux modèles de prévision des risques épidémiques, sur le vignoble et ouvre des perspectives de prévision des risques à l'échelle d'une commune voire de l'exploitation viticole.

Avertissements Pluies Intenses à l'échelle des Communes (APIC)

P. Brovelli (Météo-France)

Le service d'Avertissement Pluies Intenses à l'échelle des Communes (APIC) proposé par Météo-France permet d'avertir un maire de l'occurrence de précipitations exceptionnelles sur sa commune. Celles-ci étant souvent associées à des risques de dégâts par ruissellement urbain ou d'inondation par crue rapide de petits cours d'eau sur le territoire communal, l'avertissement doit permettre au maire de prendre sans délai les dispositions nécessaires. Le service est basé sur la détection automatique des précipitations **observées** à l'échelle de la commune dans la lame d'eau radar produite à partir du réseau de radars météorologiques opéré par Météo-France. Ces précipitations sont comparées à la base statistique SHYREG du CEMAGREF pour évaluer le caractère exceptionnel des cumuls observés. Le service sera proposé à l'ensemble des communes de métropole dès lors que la mesure radar est d'une qualité suffisante pour estimer correctement les cumuls de précipitations. L'avertissement peut être reçu par message vocal ou par SMS sur un téléphone portable ou encore par courrier électronique. La présentation aura pour objet de préciser les caractéristiques techniques de ce nouveau service et de tracer quelques pistes d'amélioration envisageables.

Prévisions de crues rapides dans le Sud-Est de la France

C. Sorbet, M. veysseire, V. Pourret (Météo-France)

Le Bureau d'Etudes et Consultance est actuellement impliqué dans le Work Package (WP) 3 du projet européen SAFER (Services and Applications For Emergency Response). Un des objectifs majeurs de ce WP est la mise en place, au sein du démonstrateur du projet, d'une late forme d'alerte aux crues rapides et aux inondations sur la France, et adaptable à d'autres pays européens.

Lors du projet précédent PREVIEW (Prevention, Information and Early Warning – GMES/FP6), le Bureau d'Etude avait développé une première chaîne de prévision hydrométéorologique AROME/ISBA/TOPMODEL en collaboration avec le CNRM (*Vincendon et al., 2008*). Cette chaîne fournissait, une fois par jour, 28 heures prévisions de débits aux exutoires de 3 bassins versants cévenols (l'Ardèche, la Cèze et les Gardons). Depuis PREVIEW, de nombreux développements ont été apportés par le CNRM sur le système couplé ISBA/TOPMODEL. Ce système se révèle très sensible au forçage de pluie à la fois en termes de cumul de précipitations mais aussi en termes de localisation des zones de fortes pluies.

La chaîne mise en place pour le projet SAFER profite de ces développements. Elle est implémentée sur 4 bassins versants de la région Cévennes-Vivarais (l'Ardèche, la Cèze, les Gardons et le Vidourle). Elle se compose de la succession d'une chaîne de prévisions hydrologiques (AROME-ANTILOPE/ISBA/TOPMODEL) et d'une chaîne de prévisions hydrométéorologiques (AROME/ISBA/TOPMODEL).

Pour anticiper au mieux les crues, il est nécessaire de prendre en compte le maximum d'observations de pluie disponibles dans le temps en entrée du modèle hydrologique. C'est pourquoi, la chaîne mise en place dans le cadre de SAFER utilise un couplage AROMEANTILOPE pour forcer le système couplé avec les observations pluviométriques (ANTILOPE) afin d'obtenir :

- un état initial du système cohérent (dans le passé)
- les toutes premières heures de prévisions hydrologiques (le nombre d'heures retenu étant un compromis entre les heures de disponibilités de la lame d'eau ANTILOPE et du réseau AROME).

Puis, les prévisions hydrologiques sont réalisées à plus long terme (jusqu'à l'échéance +30h) grâce à l'utilisation des prévisions météorologiques AROME en amont du système couplé. La chaîne SAFER permet également de disposer de 4 à 8 runs par jour. De cette manière, un ensemble de prévision « time lag » est produit, fournissant à la fois les prévisions hydrologiques à court terme – en aval des précipitations effectivement tombées sur la région – et différents scénarii de crues à plus long terme – en lien avec les différentes prévisions des runs AROME. Par ailleurs, la dimension régionale de la prévision hydrologique permet de prendre en compte les incertitudes sur la localisation des pluies prévues.

Cette chaîne sera testée en temps réel à l'automne 2011 dans le cadre du projet SAFER.

Analyse de sensibilité d'un système de prévision hydrologique distribué à la nature des lames d'eau utilisées.

J.-P. Naulin, O. Payraastre et E. Gaume (Ifsttar)

Un système de prévision des coupures de routes lors des crues éclairs a été développé pour le département du Gard dans le cadre du projet ANR Prediflood (<http://prediflood.lthe.fr/cartto.php>). Le prototype est actuellement appliqué sur une superficie totale de 5000 km² où 2000 intersections entre les routes et le réseau hydrographique ont été recensées et pour lesquelles un risque de submersion est calculé toutes les 15 minutes. Le système évalue à chaque pas de temps le risque de coupure de chaque intersection en comparant le débit prévu par un modèle hydrologique, adapté aux crues éclairs et aux bassins versants non jaugés, et une estimation de la sensibilité de l'intersection aux inondations.

Les performances du système d'alerte peuvent être évaluées à l'aide des recensements des routes inondées réalisés systématiquement depuis 2007 par le service départemental de gestion du réseau routier du Gard. Le système a pu être testé sur cinq épisodes de pluies intenses. Plusieurs types de lames d'eau, incluant différentes variantes de pluies krigées et de lames d'eau radar (Panthère et TRADHy) ont été utilisés pour chaque épisode pour alimenter le système et ont été comparés aux travers de scores de détection de coupures de routes et de fausses alarmes.

Cette étude spécifique, basée sur des mesures indirectes de l'intensité des crues constituées par les inventaires de submersion des routes, offre un cadre original pour évaluer l'apport des lames d'eau radar pour des applications hydrologiques distribuées. Elle a été combinée à deux approches plus classiques de validation fondées sur les hydrogrammes mesurés aux stations hydrométriques du Gard et des estimations des débits de pointes crues réalisées lors de retours d'expériences hydrologiques à la suite des crues exceptionnelles de septembre 2002 et octobre 2008. Les trois approches conduisent à des conclusions convergentes : il existe certes des différences notables entre les lames d'eau calculées, mais les prévisions fondées sur les différents types de lames d'eau sont de qualité comparable. En effet, dans la présente étude, il apparaît que la meilleure définition de la répartition spatiale des pluies offerte par les lames d'eau radar soit contrebalancée par des erreurs locales d'estimation des intensités.

Des données pluviométriques issues du radar pour la modélisation hydrologique en zone de moyenne montagne ?

V. Baron, L. Moulin, P. Bernard, R. GARCON (EDF-DTG)

Que ce soit pour le dimensionnement ou la gestion de ses aménagements hydrauliques, EDF s'appuie sur des modèles hydrologiques utilisés, en fonction du contexte, en prédétermination ou en prévision. Dans un cas comme dans l'autre, la qualité du débit modélisé est, avant tout, sensible à la pertinence de la lame d'eau précipitée injectée dans le modèle. Cette sensibilité explique les efforts historiques d'EDF sur les réseaux d'observation pluviométrique, notamment en zone de montagne, au plus près des grands aménagements hydroélectriques. Si les prévisionnistes d'EDF utilisent, qualitativement, l'imagerie radar pour le suivi des épisodes pluvieux depuis 20 ans, tous leurs modèles opérationnels s'appuient encore sur des « lames d'eau sol », combinaisons linéaires des données pluviométriques permettant la meilleure explication des débits. La présente étude avait pour objet de faire le point sur l'apport potentiel du radar dans cette chaîne de modélisation.

Deux types de lames d'eau utilisant les données radar font l'objet de cette étude : (a) quatre années continues de ré-analyses horaires de lames d'eau (QPE) sur une période ancienne (1997-2001) d'une part ; et (b) environ 300 journées pluvieuses de la lame d'eau de fusion Antilope sur une période plus récente (2006-2011) d'autre part.

Dans un premier temps, les lames d'eau sont confrontées pour différents bassins versants aux « lames d'eau sol » traditionnelles. Les différences entre les lames d'eau sont caractérisées quantitativement tant en volume, qu'en distribution des intensités estimées. Une relation est recherchée entre les caractéristiques des bassins versants (position, visibilité, altitude, taille, etc.) ou celles des réseaux de mesures et les écarts entre les lames d'eau sol et les lames d'eau utilisant le radar météorologique.

Dans un second temps, l'intérêt des lames d'eau utilisant le radar est évalué pour la simulation des crues (meilleur timing ? meilleure dynamique ?) et pour le calage de modèles hydrologiques opérationnels. Cette évaluation est réalisée avec des résolutions temporelles horaire et journalière et à l'échelle du bassin versant (modélisation globale).

Les premiers résultats montrent que les données de ré-analyses de lames d'eau sont une estimation réaliste et de bonne qualité des précipitations ayant touché le bassin versant et permettent une simulation réaliste des débits, en particulier des débits de crue. Cette condition préliminaire étant satisfaite, on peut alors chercher à caractériser les gains potentiels par rapport aux solutions classiques, notamment dans les cas de forte irrégularité spatiale des champs de pluie.

Création graphique Nicolas Naudet DSO/COM
© Météo-France 2010

Organisé par

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
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

et

Météo-France
42, avenue G. Coriolis
31057 Toulouse Cedex 1

www.meteofrance.com